

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

E. A. P. DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Sistema experto de determinación de autoavaluo

TESIS

para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas

AUTORAS

Amelia Quispe Alfaro

Rosalía Isabel Robles Sánchez

Lima – Perú

2002

SISTEMA EXPERTO DE DETERMINACIÓN DE AUTOAVALUO

Amelia Quispe Alfaro
Rosalía Isabel Robles Sánchez

Tesis presentada a consideración del Cuerpo Docente de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, como parte de los requisitos para Obtener el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas.

Aprobada por:

Lic. Luis Alarcón Loayza

Mg. Luzmila Pró Concepción

Lima – Perú

Octubre 2002

FICHA CATALOGRAFICA

AMELIA QUISPE ALFARO

ROSALIA ÍSABEL ROBLES SÁNCHEZ

Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo
(Lima) 2002.

IV, 114 p., 29,7 cm. (UNMSM, Ingeniero,
Sistemas, 2002).

Tesis, Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
Facultad de Ingenieria de Sistemas e Informática.

1. Ingenieria de Sistemas.

I.UNMSM/FISI. II. Título (Serie)

A él y a ella que siempre nos acompañan y a nuestros padres, por su dedicación y gran apoyo en la consecución de nuestras metas profesionales.

Nuestros Agradecimientos a la Mg. Luzmila Pró Concepción y la Mg. Virginia Vera Pomalaza por sus conocimientos y asesorías en el desarrollo del presente trabajo, y a todos aquellos que hicieron posible que concluyamos nuestra tesis.

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	1
 CAPITULO I	
GENERALIDADES	
1.1. Definición de un Sistema Experto	3
1.2. Importancia de un Sistema Experto	3
1.3. Componentes de un Sistema Experto	4
1.4. Formas de Representar el Conocimiento de un Sistema Experto	8
1.5. Campos de Aplicación de un Sistema Experto	10
 CAPITULO II	
ANALISIS TRIBUTARIO	
2.1. Ámbito de Aplicación	12
2.2. Sujetos del Impuesto	13
2.3. Base Imponible	14
2.4. Tasas del Impuesto Predial	15
2.5. Declaración Jurada	16
2.6. Pago del Impuesto	16
2.7. Predios Inafectos al Pago	17
2.8. Casos Especiales de Reducción de la Base Imponible	19
2.9. Recaudación del Impuesto Predial	20
2.10. Determinación del Impuesto Predial para el Ejercicio 2002	21
2.11. Caso Práctico	21

CAPITULO III

REDES NEURONALES ARTIFICIALES

3.1.	Antecedentes De Las Redes Neuronales Artificiales	24
3.2.	Historia De Las Redes Neuronales Artificiales	26
3.3.	La Neurona	28
3.3.1.	Representación De La Neurona	30
3.4.	La Red Neuronal	31
3.4.1.	¿Que es una Red Neuronal Artificial (ANN)?	31
3.4.2.	Otros Campos de Aplicación	32
3.4.3.	Interpretación de la Neurona por Computadora	34
3.4.4.	La Neurona Artificial	35
3.5.	Método De Transmisión De La Información En El Cerebro	36
3.5.1.	Compuertas Lógicas	37
3.5.2.	Funcionamiento de las Sinapsis	37
3.6.	Diferencias entre el Cerebro y un Ordenador	38
3.7.	Un Superordenador Llamado Cerebro	39
3.7.1.	Diferencias Entre El Cerebro Y Una Computadora	40
3.7.2.	Similitudes Entre El Cerebro Y Una Computadora	40
3.8.	Funcionamiento Básico De Las Redes Neuronales	41
3.9.	Neuronas y Conexiones	42
3.10.	Identificación De Patrones	44
3.10.1.	Ejemplo	44
3.10.2.	Aplicación En Diagnostico De Enfermedades	47

CAPITULO IV

SISTEMA EXPERTO DE DETERMINACIÓN DE AUTOAVALUO

4.1	Determinación de Autoavaluo en las Municipalidades	49
4.2	Municipalidad en Estudio	52
4.3	Una Red Neuronal para la Determinación de Autoavaluo	57
4.4	Diseño e Implantación de un Sistema Experto para la Determinación de Autoavaluo	78
4.4.1.	Sistema Experto para la Determinación de Autoavaluo	78
4.4.2.	Implantación y Prueba	83

CONCLUSIONES	93
RECOMENDACIONES	95
GLOSARIO	96
 ANEXOS	 98
A. TABLA DE DEPRECIACIÓN	99
B. CUADROS DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES PARA LA COSTA, SIERRA Y SELVA	100
C. SIMULACIÓN DEL MANEJO DEL SISTEMA EXPERTO	103
D. TABLA DE VALORES ARANCELARIOS	111
 BIBLIOGRAFIA	 112

RESUMEN

Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo

AMELIA QUISPE ALFARO

ROSALÍA ISABEL ROBLES SÁNCHEZ

OCTUBRE – 2002

Orientador : Mg. Luzmila Pró Concepción

Título Profesional : Ingeniero de Sistemas

El presente trabajo tiene como propósito fundamental, efectuar el diseño e implantación de un Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo, orientada a cualquier Municipalidad de nuestro país.

Para ello, se describe previamente aspectos teóricos de lo que es un Sistema Experto, Análisis Tributario y la Metodología empleada en el desarrollo de dicho Sistema, denominada "Redes Neuronales Artificiales".

PALABRAS CLAVES: Sistema Experto
Red Neuronal Artificial
Identificación de Patrones
Autoavaluo
Impuesto Predial

ABSTRACT

Expert System to Determine the Autoavaluo

AMELIA QUISPE ALFARO

ROSALÍA ISABEL ROBLES SÁNCHEZ

OCTOBER – 2002

Adviser : Mg. Luzmila Pro Concepción
Professional Title : System Engineering

The present work has a main purpose to develop the design and implantation of expert system to determine the autoavaluo, be guided to any municipality of our country.

For this, theoretical aspects about Expert Systems, Tax Analysis and the methodology used in the developing of the system, called "Artificial Neuronal Network".

KEY WORDS: Expert System
Artificial Neural Network
Identification of Patterns
Autoavaluo
Tax of Property

INTRODUCCION

Muchas actividades mentales del hombre, tales como razonar en base al sentido común, hacer deducciones matemáticas, e incluso conducir un automóvil, se dicen que requieren **Inteligencia**. A lo largo de las últimas décadas se han construido sistemas informáticos y computadores capaces de realizar tales tareas, teniendo estos por consiguiente cierto grado de **Inteligencia Artificial**.

En la actualidad existe un campo dentro de la Inteligencia Artificial al que se le atribuye la facultad de razonar y pensar este es: el de los sistemas expertos. Estos sistemas son diseñados para actuar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (analista, empresario, médico, biólogo etc.) para resolver un problema concreto en un área de conocimiento particular, actuando estos como intermediarios entre el experto humano y el usuario.

Una de las formas de representación del conocimiento es a través de **Redes Neuronales Artificiales**, que vienen a ser modelos bastante simplificados de las redes de neuronas que forman el cerebro y al igual que este, intentan **aprender** a partir de los datos que se les suministran.

El punto clave de las redes neuronales es la nueva estructura de estos sistemas para el procesamiento de la información, ya que están compuestas por un numero elevado de elementos básicos llamados neuronas, altamente interconectados entre ellos y con un determinado modelo de respuesta en función de su entorno.

Las Redes Neuronales Artificiales están interesando a gente de procedencias muy diversas: físicos, informáticos, estadísticos, ingenieros, biólogos, psicólogos, economistas, y especialmente a los empresarios, ya que

muchos procesos empresariales o industriales se mejoran notablemente a partir de la introducción de redes neuronales.

Por todo lo descrito anteriormente escogimos realizar el diseño e implantación de un **Sistema Experto para La Determinación del Autoavaluo** empleando **Redes Neuronales Artificiales**. Este sistema esta desarrollado para ser aplicado en cualquier municipalidad de nuestro país; pero se tomo como caso de estudio su aplicación en la Municipalidad de Santiago de Surco.

La presente tesis para una mayor comprensión y organización, esta dividida en 4 Capítulos:

En el Capítulo I, trataremos temas conceptuales como: la definición, importancia, componentes y campos de aplicación de un sistema experto, sin olvidarnos de las formas de representar el conocimiento en dichos sistemas.

En el Capítulo II, trataremos en profundidad todo lo relacionado al análisis tributario, abarcando los ámbitos de aplicación, los sujetos, la base imponible, las tasas, el pago y la recaudación del impuesto predial, explicando previamente acerca de la declaración jurada para finalmente hacer un caso práctico.

En el Capítulo III, trataremos todo acerca de las redes neuronales artificiales, sus antecedentes, su historia, la arquitectura de una neurona, su funcionamiento básico, sin olvidarnos de la Identificación de patrones, que es la metodología empleada para el desarrollo de nuestro sistema.

En el Capítulo IV exponemos acerca de cómo usamos las redes neuronales en el desarrollo de un **Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo**. Damos a conocer como esta diseñado el sistema y como este se puede aplicar al caso de la municipalidad de Santiago de Surco. Además de explicar el desarrollo del sistema con esta moderna metodología, se formulan instancias de prueba que ayudan a evaluar el sistema y a determinar cuan estable y eficiente es.

Finalmente presentamos nuestras conclusiones y recomendaciones resultado de todo el estudio efectuado en el desarrollo de esta tesis.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Definición de un Sistema Experto

Un **Sistema Experto** es aquel **Sistema Informático capaz de almacenar**, en forma operativa, **el conocimiento de un experto en una especialidad determinada y limitada**, de forma que sea capaz de responder, explicar y justificar sus respuestas tal como lo haría esta persona.

Los sistemas expertos son programas de computación que capturan el conocimiento de un experto y tratan de imitar su proceso de razonamiento cuando resuelven los problemas en un determinado dominio.

1.2. Importancia de un Sistema Experto

La importancia de un Sistema Experto es la de aportar soluciones a problemas, como si de humanos se tratara, es decir, es capaz de mostrar soluciones inteligentes. Muchos se preguntaran ¿Como es posible?. Es posible gracias a que el sistema es creado con expertos (humanos), que intentan estructurar y formalizar sus conocimientos poniéndolos a disposición del sistema, para que este pueda resolver una función dentro del ámbito del problema.

Acceder a los conocimientos adquiridos por experiencia es lo más difícil, ya que los expertos, al igual que otras personas, apenas reconocen estos como tales. El conocimiento adquirido por experiencia es buscado con mucho esfuerzo y cuidado siendo descubiertos de uno en uno, poco a poco.

1.3. Componentes de un Sistema Experto

En el caso de los Sistemas Expertos se diferencian seis componentes:

- Componente de Adquisición
- Base de Conocimientos
- Base de Hechos
- Motor de Inferencia
- Componente Explicativo
- Interfaz de Usuario

➤ Componente de Adquisición.-

Un buen componente de adquisición ayuda considerablemente la labor del Ingeniero del Conocimiento ó cognimático. Este puede concentrarse principalmente en la estructuración del conocimiento sin tener que dedicar tanto tiempo en la actividad de programación.

Requisitos o características del componente de adquisición:

- 1- El conocimiento, es decir, las reglas, etc..., debe poder introducirse de la forma más sencilla posible.
- 2- Posibilidades de representación clara de todas las informaciones contenidas en una base de conocimientos.
- 3- Comprobación automática de la sintaxis.
- 4- Posibilidad constante de acceso al lenguaje de programación.

Cuando se pone en práctica, cada uno de los requisitos dependerá del lenguaje de programación elegido y del hardware que tengamos. El experto deberá estar algo familiarizado con el componente de adquisición para poder realizar modificaciones por sí sólo.

➤ **Base de Conocimientos.-**

Estructura de datos que **contiene el conjunto de conocimiento especializado** introducido por el experto del dominio (área del saber). Aloja la totalidad de las informaciones específicas relativas al campo del saber deseado.

La Base de Conocimiento esta constituido por los objetos y sus relaciones, situaciones particulares y estrategias de resolución y sus condiciones.

➤ **Base de Hechos.-**

Alberga los datos propios correspondientes a los problemas que se desea tratar con la ayuda del sistema. Asimismo, a pesar de ser la memoria de trabajo, la base de hechos puede desempeñar el papel de memoria auxiliar. La memoria de trabajo memoriza todos los resultados intermedios, permitiendo conservar el rastro de los razonamientos llevados a cabo. Puede, por eso, emplearse para explicar el origen de las informaciones deducidas por el sistema en el transcurso de una sesión de trabajo o para llevar a cabo la descripción del comportamiento del propio sistema experto.

Al principio del período de trabajo, la base de hechos dispone únicamente de los datos que le ha introducido el usuario del sistema, pero, a medida que va actuando el motor de inferencias, contiene las cadenas de inducciones y deducciones que el sistema forma al aplicar las reglas para obtener las conclusiones buscadas.

La Base de hechos es temporal, salvo necesidades del usuario, y depende exclusivamente de la situación estudiada.

➤ **El Motor de Inferencias.-**

Es la componente principal del SE cuya misión es obtener conclusiones mediante la aplicación del conocimiento abstracto (inferencias) sobre el conocimiento concreto (Base de Conocimiento).

Es un programa que, mediante el empleo de los conocimientos puede resolver el problema que está especificado. Lo resuelve gracias a los datos que contiene la base de hechos del sistema experto.

Si el motor de inferencia no puede obtener alguna conclusión, el sistema podrá solicitar, a través del modulo de adquisición de conocimiento, más conocimiento a fin de obtener alguna conclusión válida.

➤ **Componente Explicativo.-**

Las soluciones descubiertas por los expertos deben poder ser repetibles tanto por el ingeniero del conocimiento en la fase de comprobación así como por el usuario. La exactitud de los resultados sólo podrá ser controlada, naturalmente, por los expertos.

Siempre es deseable que durante el trabajo de desarrollo del sistema se conozca el grado de progreso en el procesamiento del problema.

A pesar de insistir sobre la importancia del componente explicativo es muy difícil y hasta ahora no se han conseguido cumplir todos los requisitos de un buen componente explicativo. Muchos representan el progreso de la consulta al sistema de forma gráfica. Además los componentes explicativos intentan justificar su función rastreando hacia atrás el camino de la solución. Aunque encontrar la forma de representar finalmente en un texto lo suficientemente inteligible las relaciones encontradas depara las mayores dificultades. Los componentes explicativos pueden ser suficientes para el ingeniero del conocimiento, ya que está muy familiarizado con el entorno del procesamiento de datos, y a veces bastan también para el experto; pero para el usuario, que a

menudo desconoce las sutilezas del procesamiento de datos, los componentes explicativos existentes son todavía poco satisfactorios.

➤ **Interfaz de Usuario.-**

En este componente es la forma en la que el sistema se presenta ante el usuario.

El SE al desarrollar la interfaz de usuario debe tener en cuenta las siguientes características :

1- El aprendizaje del manejo debe ser rápido.

El usuario no debe dedicar mucho tiempo al manejo del sistema, debe ser intuitivo, fácil en su manejo. No debemos olvidar que nuestro sistema simula al comportamiento de un experto. Debe ser cómodo y relativamente sencillo.

2- Debe evitarse en lo posible la entrada de datos erróneos.

Por ejemplo: Pongámonos en la situación de que nuestro sistema es un médico.

Cuando nosotros acudimos a un médico, le contamos y detallamos nuestros síntomas y el con sus preguntas junto con nuestras respuestas nos diagnostica nuestra **enfermedad**. Imaginemos que acudimos a un medico y le decimos que nos duele una pierna en lugar de un brazo, el diagnostico será inútil. El ejemplo es muy exagerado pero demuestra la importancia de la correcta introducción de los datos al sistema.

3- Los resultados deben presentarse en una forma clara para el usuario.

Volviendo al ejemplo del médico. Si nuestro médico nos diagnostica un medicamento pero en nuestra receta no nos escribe cada cuantas horas debemos de tomarlo, por ejemplo, por muy bueno que sea el medicamento, la solución a nuestro problema será ineficiente por completo. Por eso se insiste en que los resultados deben ser claros y concisos.

4- Las preguntas y explicaciones deben ser comprensibles

** Con estas cuatro reglas crearemos nuestra interfase con grandes posibilidades de éxito**

En Resumen: El sistema experto se compone, por lo tanto, de dos tipos bien diferenciados de elementos, los propios del campo de los expertos relacionados con el problema concreto (es decir, la base de conocimientos y la base de hechos) y el que se puede aplicar de forma general a una gran variedad de problemas de diversos campos (como el caso del motor de inferencias). Sin embargo, el motor de inferencias no es un mecanismo universal de deducción, ya que hay dos tipos diversos: los que emplean el razonamiento aproximativo (para el cual el resultado puede ser erróneo) y aquellos que emplean un tipo de razonamiento capaz de obtener un resultado (si llegan a él), con toda seguridad, verdadero.

1.4. Formas de Representar el Conocimiento de un Sistema Experto

Hay muchas formas de Representar el Conocimiento en un sistema experto. Y esta representación reside en la Base de Conocimientos. Por lo tanto, el Conocimiento se puede representar mediante:

- Red Semántica o Grafo
- Marcos o Frames
- Reglas de Producción o Inferencia
- Registro
- Predicado
- Redes Neuronales Artificiales

Redes Semánticas, trata de un método de construcción de bases de conocimientos en el cual los conocimientos se muestran mediante un grafo en el que los nodos representan los conceptos u objetos y los arcos indican las relaciones entre ellos.

Marcos o Frames, es una estructura de datos para representar un estereotipo de una situación. Atañe a cada marco un conjunto especial de información. Parte de esta información es acerca de cómo usar los marcos, como hacer las correcciones y otras acerca de qué hacer si nuestras expectativas no se confirman.

Reglas de Producción, método más utilizado para construir bases de conocimientos en los sistemas expertos. Llamadas también implicaciones lógicas. Se definen como un programa de una sola sentencia, de la forma:

$$\begin{array}{ccc} \text{Si } A_1, A_2, \dots, A_n & \text{Entonces } C_1, C_2, \dots, C_m \\ \underbrace{\hspace{10em}} & & \underbrace{\hspace{10em}} \\ \text{Antecedentes} & & \text{Consecuentes} \end{array}$$

Registro, los objetos y relaciones se representan mediante una colección de datos simples llamados campos o átomos. Un campo o átomo puede ser una colección de campos.

Predicado, cada relación se presenta como un predicado o función de valores lógicos y con argumentos los objetos:

$$\text{Relación (objeto1, objeto2, \dots)}$$

Esta función asume valor verdadero o falso, según se verifique o no para los objetos involucrados.

Redes Neuronales Artificiales (ANN), son sistemas paralelos para el procesamiento de la información, inspirados en el modo en el que las redes de neuronas biológicas del cerebro procesan información. El punto clave de las ANN es la nueva estructura de estos sistemas para el procesamiento de la

información. Estos están compuestos, al igual que el cerebro, por un número muy elevado de elementos básicos (las neuronas), altamente interconectados entre ellos y con modelo de respuesta para cada elemento en función de su entorno muy parecido al comportamiento de las neuronas biológicas.

1.5. Campos de Aplicación de un Sistema Experto

Como campos de aplicación que tienen los sistemas expertos en general, tenemos:

Finanzas.

- Predicción de índices
- Detección de fraudes.
- Riesgo crediticio, clasificación
- Predicción de la rentabilidad de acciones

Negocios

- Marketing
- Venta cruzada
- Campanas de venta

Tratamiento de textos y proceso de formas.

- Reconocimiento de caracteres impresos mecánicamente.
- Reconocimiento de gráficos.
- Reconocimiento de caracteres escritos a mano.
- Reconocimiento de escritura manual cursiva.

Alimentación

- Análisis de olor y aroma.
- Perfilamiento de clientes en función de la compra.
- Desarrollo de productos.
- Control de Calidad.

Energía.

- Predicción consumo eléctrico
- Distribución recursos hidráulicos para la producción eléctrica
- Predicción consumo de gas ciudad

Industria manufacturera.

- Control de procesos.
- Control de calidad.
- Control de robots.

Medicina y salud

- Ayuda al diagnóstico.
- Análisis de Imágenes.
- Desarrollo de medicamentos.
- Distribución de recursos.

Ciencia e Ingeniería.

- Análisis de datos y clasificación
- Ingeniería Química.
- Ingeniería Eléctrica.
- Climatología.

Transportes y Comunicaciones.

- Optimización de rutas.
- Optimización en la distribución de recursos

CAPÍTULO II

ANÁLISIS TRIBUTARIO

2.1 Ámbito de Aplicación

El impuesto predial grava el valor de la propiedad de los predios urbanos y rústicos. Así, se consideran predios a los terrenos, incluyendo los terrenos ganados al mar, a los ríos y a otros espejos de agua, así como las edificaciones e instalaciones fijas y permanentes que constituyan partes integrantes del mismo, que no puedan ser separadas sin alterar, deteriorar o destruir la edificación. Tal como lo señala el artículo 887° del Código Civil, será parte integrante, lo que no puede ser separado sin destruir, deteriorar o alterar el bien. [CBM 2002]

Por otro lado, no formaran parte de la base imponible del impuesto las partes accesorias de los predios, las que según el artículo 888° del Código Civil son los bienes que sin perder su individualidad, están permanentemente afectados a un fin económico u ornamental con respecto a otro bien. Asimismo, por el artículo 2 de la Ley N° 27305 no se consideran predios a las instalaciones portuarias fijas y permanentes, como los muelles y canales de acceso; ni a las vías terrestres de uso público.

Base Legal: Art. 8°, primer y segundo párrafos del Decreto Legislativo N° 776 y Art. 1° Ley N° 27305.

2.2. Sujetos del Impuesto

1. Sujetos Pasivos

Contribuyentes: Deudor por Cuenta Propia

Las personas naturales o jurídicas propietarias de los predios, cualquiera sea su naturaleza. Excepcionalmente se consideraran como sujetos pasivos del impuesto, respecto de los predios que se les hubiesen entregado en concesión durante el tiempo de vigencia del contrato, a los titulares de concesiones de las obras publicas de infraestructura y de servicios públicos, del sector privado.

Base Legal: Art. 1°, segundo párrafo Ley N° 27305.

Responsables: Deudor por Cuenta Ajena

- a) Solidarios: Los copropietarios son responsables solidarios al pago del impuesto que recaiga sobre el predio, pudiendo exigirse el pago a cualquiera de ellos, sin perjuicio del derecho de repetir contra los otros copropietarios en proporción a su parte.

Base Legal: Art. 9°, Decreto Legislativo N° 776 y Art. 20° Código Tributario.

- b) Sustitutos: Si la existencia del propietario no puede ser determinada, serán responsables del pago del Impuesto Predial, los poseedores o tenedores, a cualquier titulo, de los predios afectos. El carácter de sujeto del Impuesto se atribuirá con arreglo a la situación jurídica configurada al 1° de enero del año a que corresponde la obligación tributaria. Asimismo, cuando se efectuó cualquier transferencia durante el ejercicio, el adquirente asumirá la condición de contribuyente a partir del 1° de enero del año siguiente de la transferencia.

Base Legal: Artículos 9° y 10° del Decreto Legislativo N° 776.

2. Sujeto Activo

La calidad de sujeto activo recae en las Municipalidades Distritales donde se encuentre ubicado el predio.

Base Legal: Art. 8°, ultimo párrafo y Art. 20° del Decreto Legislativo N° 776.

2.3. Base Imponible

Esta constituida por el valor total de los predios del contribuyente ubicados en cada jurisdicción distrital. Con la Ley N° 26836, se ha precisado que la base imponible del Impuesto Predial correspondiente a los Terminales de Pasajeros, de Carga y de Servicios de los Aeropuertos, estará constituida por el valor arancelario del terreno y los valores unitarios de edificación, aprobados por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción mediante Resolución Ministerial, la cual será de forma anual. Por otro lado el Art. 2° de la norma, agrega que el Impuesto Predial correspondiente a pistas de aterrizaje, avenidas de acceso, plataforma de aviones y los demás terrenos que conforman la propiedad del Aeropuerto no comprendidos en los valores aprobados por el MTCVC, estará constituida únicamente por el valor correspondiente al predio rustico mas próximo. [CBM 2002]

1. Determinación

a) Terrenos no considerados en los planos básicos arancelarios oficiales

En el caso del valor de los terrenos, estos serán estimados por cada Municipalidad respectiva, o en su defecto, por el mismo contribuyente, tomando en cuenta el valor arancelario mas próximo a un terreno de iguales características.

Base Legal: Art. 11°, del Decreto Legislativo N° 776.

b) Terrenos por los cuales no se hayan publicado los aranceles o los valores unitarios

Cuando en un determinado ejercicio no se publique los aranceles de terrenos o los precios unitarios oficiales de construcción, mediante Decreto Supremo se actualizara el valor de la base imponible del año anterior como máximo en el mismo porcentaje en que se incremente la Unidad Impositiva Tributaria (UIT). Para el ejercicio 2002, en vista de la nulidad de las resoluciones ministeriales que aprobaron los valores arancelarios, mediante Decreto Supremo N° 012-2002-EF se establecieron las disposiciones para la actualización de la base imponible del Impuesto Predial.

Base Legal: Art. 12°, del Decreto Legislativo N° 776, Decreto Supremo N° 012-2002-EF

2.4. Tasas del Impuesto Predial

El impuesto predial se calcula aplicando a la base imponible, la escala progresiva acumulativa siguiente:

TRAMO DE AUTOAVALUO	ALÍCUOTA
Hasta S/.46,500 (15 UIT*)	0.2%
Mas de S/.46,500 y hasta S/.186,000 (De 15 UIT a 60 UIT)	0.6%
Mas de S/.186,000 (Mas de 60 UIT)	1.0%
* La UIT para el ejercicio 2002 es de S/.3,100.	

Tabla I. Tasas del Impuesto Predial

2.4.1. Monto Mínimo Imponible

Las Municipalidades están facultadas para establecer un monto mínimo a pagar por concepto del Impuesto Predial equivalente a 0.6% de la UIT vigente al 1° de enero del año al que corresponda el impuesto; para el ejercicio 2002 el monto mínimo es de S/.18.60 nuevos soles.

Base Legal: Ultimo párrafo del artículo 13°, del Decreto Legislativo N° 776.

2.5. Declaración Jurada

Los contribuyentes se encuentran obligados a presentar Declaración Jurada en los siguientes casos:

1. Anualmente, el ultimo día hábil del mes de febrero, salvo que el Municipio establezca una prórroga.
2. Cuando se efectúa cualquier transferencia de dominio de un predio o se transfieran a un concesionario la posesión de los predios integrantes de una concesión efectuada o cuando la posesión de estos revierta al Estado, así como cuando el predio sufra modificaciones en sus características (que sobrepasen al valor de 5 IUT). En estos casos, la declaración jurada debe presentarse hasta el ultimo día hábil del mes siguiente.
3. Cuando así lo determine la Administración Tributaria para la generalidad de contribuyentes y dentro del plazo que determine para tal fin.

4. Actualización de Valores por la Municipalidad

La actualización de los valores de predios por las Municipalidades sustituye la obligación del contribuyente de presentar la declaración anual y se entenderá como válida en caso que el contribuyente no la objete dentro del plazo establecido para el pago al contado del impuesto, es decir, hasta el ultimo día hábil del mes de febrero. [CBI 2002]

Base Legal: Art. 14°, segundo párrafos del Decreto Legislativo N° 776.

2.6. Pago del Impuesto

1. Al contado, hasta el ultimo día hábil del mes de febrero de cada año.
2. En forma fraccionada, hasta en cuatro cuotas trimestrales:

- 2.1. La primera será equivalente a un cuarto del impuesto total resultante y deberá pagarse hasta el ultimo día hábil del mes de febrero.
- 2.2. La segunda hasta el ultimo día hábil del mes de mayo.
- 2.3. La tercera hasta el ultimo día hábil del mes de agosto.
- 2.4. La cuarta hasta el ultimo día hábil del mes de noviembre.

Las tres ultimas cuotas deberán ser reajustadas de acuerdo con la variación acumulada del Índice de Precios al por Mayor que publica el INEI, por el periodo comprendido desde el mes de vencimiento del pago de la primera cuota y el mes precedente al pago. [CBM 2002]

3. Pago del Impuesto cuando se produzca la transferencia del predio durante el ejercicio

Tratándose de transferencias de dominio, el transferente deberá cancelar el integro del Impuesto adecuado hasta el ultimo día hábil del mes siguiente de producida la transferencia.

Base Legal: Artículo 16° del Decreto Legislativo N° 776.

2.7. Predios Inafectos al Pago

El Decreto Legislativo N° 776, indica la siguiente lista de inafectaciones al pago del impuesto de los predios propiedad de:

1. El gobierno central, gobiernos regionales y gobiernos locales; excepto los predios que hayan sido entregados en concesión al sector privado, tales como: obras publicas de infraestructura y de servicios públicos, modificaciones, ampliaciones y construcciones efectuadas por concesionarios sobre los mismos.

2. Los gobiernos extranjeros, en condición de reciprocidad, siempre que el predio se destine a residencia de sus representantes diplomáticos o al funcionamiento de oficinas dependientes de sus embajadas, legaciones o consulados, así como los predios de propiedad de los organismos internacionales reconocidos por el Gobierno que les sirvan de sede.
3. Las sociedades de beneficencia, siempre que se destinen a sus fines específicos y no se efectúe actividad comercial en ellos.
4. Las entidades públicas destinadas a prestar servicios médicos asistenciales.
5. Las universidades y los centros educativos, debidamente reconocidos, respecto de sus predios destinados a sus finalidades educativas y culturales, conforme a la Constitución.
6. Los predios cuya titularidad correspondan a organizaciones políticas como: partidos, movimientos o alianzas políticas, reconocidos por el órgano electoral correspondiente.
7. Los predios cuya titularidad corresponda a organizaciones de personas con discapacidad reconocidas por el CONADIS.
8. Los predios cuya titularidad corresponda a organizaciones sindicales, debidamente reconocidas por el Ministerio de Trabajo y Promoción Social, siempre y cuando los predios se destinen a los fines específicos de la organización.
9. El Cuerpo General de Bomberos, siempre que el predio se destine a sus fines específicos.
10. Las entidades religiosas, siempre que se destinen a templos, conventos, monasterios y museos.

11.Las Comunidades Campesinas y Nativas de la sierra y selva, con excepción de las extensiones cedidas a terceros para su explotación económica.

12.Las concesiones en predios forestales del estado dedicados al aprovechamiento forestal y de fauna silvestre y en las plantaciones forestales.

Asimismo, se encuentran inafectos al impuesto los predios que hayan sido declarados monumentos integrantes del patrimonio cultural de la Nación por el INC, siempre que sean dedicados a casa habitación o sean dedicados a sedes de instituciones sin fines de lucro o sean declarados inhabitables por la Municipalidad respectiva.

Base Legal: Art. 17° del Decreto Legislativo N° 776, modificado por la Ley N° 27616.

2.8. Casos Especiales de Reducción de la Base Imponible

1. Los predios que gozan de una deducción equivalente al 50% de su base imponible, para efectos de la determinación del impuesto son:

1.1. Predios rústicos destinados y dedicados a la actividad agraria, siempre que no se encuentren comprendidos en los planos básicos arancelarios de áreas urbanas.

1.2. Los predios urbanos donde se encuentran instalados los Sistemas de Ayuda a la Aeronavegación, siempre y cuando se dediquen exclusivamente a este fin.

2. Los pensionistas propietarios, gozan de una deducción equivalente a 50 UIT, en base al valor vigente al 1° de enero de cada ejercicio gravable (S/. 155,000) siempre que:

- a) Sean propietarios de un solo predio a nombre propio o de la sociedad conyugal. Dicho requisito se entiende cumplido, aun cuando además de la vivienda, el pensionista posea otra unidad inmobiliaria constituida por la cochera.
- b) El predio sea destinado a vivienda.

Debe señalarse que el uso parcial del inmueble con fines comerciales, productivos y/o profesionales, con aprobación de la Municipalidad respectiva, no afecta esta deducción.

Base Legal: Art. 19° Decreto Legislativo N° 776.

2.9. Recaudación del Impuesto Predial

La recaudación, administración y fiscalización del Impuesto corresponde a la Municipalidad distrital donde se encuentre ubicado el predio.

2.9.1 Distribución y finalidad del Impuesto

- 1. El 5% del rendimiento del Impuesto Predial se destina exclusivamente a financiar el desarrollo y mantenimiento del catastro distrital, así como a las acciones que realice la administración tributaria, destinadas a reforzar su gestión y mejorar la recaudación.
- 2. El 3/1000 del rendimiento del Impuesto será transferido por la Municipalidad distrital al Consejo Nacional de Tasaciones, para el cumplimiento de las funciones que le corresponde como organismo técnico nacional encargado de la formulación periódica de los aranceles de terrenos y valores unitarios oficiales de edificaciones.

Base Legal: Art. 20° del Decreto Legislativo N° 776.

2.10. Determinación del Impuesto para el Ejercicio 2002

Para la determinación del Impuesto Predial del ejercicio 2002, se debe de considerar en primer lugar la base imponible del impuesto calculado para el ejercicio 2001, la que se determinó con los Cuadros de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para la Costa, Sierra y Selva. Una vez determinada la base imponible, esta se actualizará en un 2%.

Se actualizó la base imponible del ejercicio 2001 para ser aplicado al ejercicio 2002, porque se declararon nulas las resoluciones que aprobaron los planos básicos arancelarios de terrenos urbanos y valores unitarios oficiales de edificaciones para la Costa, Sierra y Selva, a ser usados para el ejercicio 2002.

2.11. Caso Práctico

1. Enunciado

El Sr. Martín Rodríguez tiene un inmueble ubicado en la Av. Joaquín Bernal 1400, distrito de Lince. Dicho predio tiene las siguientes características:

Área del terreno : 350 m²

Construcción:

Área construida :	320 m ²	- Muros	C
Uso del Predio :	Casa-Habitación	- Techos	D
Antigüedad :	23 años	- Pisos	E
Estado :	Terminado	- Puertas y Ventanas	D
Tipo :	Departamento	- Revestimiento	F
Clasificación :	Edificio	- Baños	E
Material :	Ladrillo	- Instalaciones eléctricas y sanitarias	E

Estado de conservación: Bueno

Calcular el valor del Impuesto Predial

2. Solución

En primer lugar se deberá determinar la base imponible del ejercicio 2001:

Valor de la Construcción

Se aplica el valor de los precios unitarios oficiales de construcción. Como se trata de un predio destinado a casa habitación de material predominante ladrillo y con una antigüedad de 23 años, se considera la depreciación del 20%.

Muros y Columnas	C	S/. 157.10
Techos	D	57.22
Pisos	E	26.87
Puertas y Ventanas	D	65.66
Revestimiento	F	41.29
Baños	E	10.71
Instalaciones eléctricas y sanitarias	E	30.73

Valor Unitario Neto		389.58
Depreciación 20%		(77.92)

Valor Unitario Neto		311.66

2.2. Valor del Área Construida

$$320 \text{ m}^2 \times \text{S/. } 311.66 = \text{S/. } 99,731.20$$

2.3. Valor del Terreno

Para determinar el valor del terreno, se determina en primer lugar al arancel por metro cuadrado. El valor arancelario del plano básico de Lince aplicable es de S/. 128.00 ¹. El arancel por metro cuadrado de esta manera asciende a:

$$\text{S/. } 128.00 \times 350 \text{ m}^2 = \text{S/. } 44,800.00$$

¹ Valor Supuesto

2.4 Valor de Autoavaluo

Se determina agregando al valor de la construcción el valor del terreno:

$$S/. 99,731.00 + S/. 44,800.00 = S/. 144,531.00$$

- 2.5** La Base imponible para el Impuesto Predial del 2002 asciende a la suma de S/. 144,531.00, sobre el cual se aplica la tasa en escala progresiva del impuesto:

Base imponible 2002 : S/. 144,531.00

Impuesto calculado:

Hasta S/. 46,500 x 0.2% ² : S/. 93.00

Por el exceso S/. 98,031.00 x 0.6% ² : S/. 588.19

Impuesto Predial a Pagar : S/. 681.19

² El Impuesto se calcula aplicando a la Base Imponible la Escala Progresiva Acumulativa.

CAPÍTULO III

REDES NEURONALES ARTIFICIALES

3.1. Antecedentes De Las Redes Neuronales Artificiales

Desde los albores de la humanidad la búsqueda de la relación entre el cerebro y la mente siempre ha estado presente en el pensamiento del Hombre. La suposición de que las funciones mentales están correlacionadas con la actividad neurológica ha sido para los científicos un reto ancestral de ciencia que viene asumiéndose desde la época antigua.

En el siglo VI a. C. Los filósofos griegos, Pitágoras y Alcmeon, sugerían que el Cerebro era el templo del alma. Hipócrates, el médico más importante de la antigüedad, enseñaba que el pensamiento y la emoción se originaban en la mente y no en el Corazón.

Por el siglo XVI, Descartes, el fundador de la filosofía moderna describe que el cerebro al ser estimulado por la luz genera una respuesta más compleja que sólo mover el brazo.

En el siglo XIX Claude Bernard, fundador de la medicina experimental, remueve la vieja teoría humoral al señalar que los fluidos de cuerpo pueden afectar la conducta emocional.

En el siglo XX, Sherrington, fisiólogo británico y ganador del Nobel, en un trabalenguas científico deja un interesante interrogante que sigue marcando la

búsqueda para entender la mente: Qué es mente? No materia. Qué es materia? Nunca mente.

Los planteamientos sobre el Cerebro y la mente llevan a navegar a los investigadores de la neurociencia por diferentes horizontes.

El padre del psicoanálisis, Sigmund Freud (Figura 1.), por 1895 en su trabajo titulado **El proyecto** con un ambicioso planteamiento trata de explicar la relación entre la mente y componentes físicos del Cerebro



Figura 1. Sigmund Freud, Padre del Psicoanálisis

Las primeras descripciones sobre organización del sistema nervioso son introducidas por Jackson en el siglo pasado. La importancia de la conectividad cerebral fue reconocida por anatomistas pioneros como Ramón y Cajal, siendo él, uno de los primeros en señalar que la información puede ser guardada en el Cerebro al modificarse las conexiones entre las células nerviosas.

Esta visión de interconexiones cerebrales se inicia con los trabajos de neurociencia del siglo XIX, este pasado científico le da apoyo y soporte a los alcances de la neurociencia del nuevo siglo y a los años noventa: decretados como la década del Cerebro. Desde la introducción de la neuroimagenología son impactantes los logros alcanzados en el estudio de la relación cerebro-mente (Figura 2.), el poder correlacionar funciones orgánicas cerebrales con respuestas psicológicas tan complejas como la personalidad, son hechos contundentes de ciencia y razón.



Figura 2. Relación Cerebro-Mente

Igualmente el empezar a analizar la mente bajo modelos matemáticos y explicaciones tan abstractas como visualizar el sistema cerebral y su relación con las funciones mentales con configuraciones que combinan estados-espacios en sistemas y tiempos, abre un asombroso panorama de futuro para acercarnos al análisis lógico y demostrable sobre la función denominada Mente.

3.2. Historia De Las Redes Neuronales Artificiales

En Breve

Los intentos por imitar el funcionamiento del cerebro han seguido la evolución del estado de la tecnología. Por ejemplo, al finalizar el siglo 19 se le comparó con la operación de la bomba hidráulica; durante la década de 1920 a 1930 se intentó utilizar la teoría de la conmutación telefónica como punto de partida de un sistema de conocimiento similar al del cerebro. Entre 1940 y 1950 los científicos comenzaron a pensar seriamente en las redes neuronales utilizando como concepto la noción de que las neuronas del cerebro funcionan como interruptores digitales (*on – off*) de manera también similar al recién desarrollado computador digital. Así nace la idea de “revolución cibernética” que maneja la analogía entre el cerebro y el computador digital.

1943 Teoría de las Redes Neuronales Artificiales

Walter Pitts junto a Bertran Russell y Warren McCulloch intentaron explicar el funcionamiento del cerebro humano, por medio de una red de células conectadas entre sí, para experimentar ejecutando operaciones lógicas. Partiendo del menor suceso psíquico (estimado por ellos): el impulso todo/nada, generado por una célula nerviosa.

El bucle **sentidos – cerebro – músculos**, mediante la retroalimentación producirían una reacción positiva si los músculos reducen la diferencia entre una condición percibida por los sentidos y un estado físico impuesto por el cerebro.

También definieron la memoria como un conjunto de ondas que reverberan en un circuito cerrado de neuronas.

1949 Conductividad de la sinapsis en las Redes Neuronales.

Seis años después de que McCulloch y Pitts mostraran sus Redes Neuronales, el fisiólogo Donald O. Hebb (de la McGill University) expuso que estas (las redes neuronales) podían aprender. Su propuesta tenía que ver con la conductividad de la sinapsis, es decir, con las conexiones entre neuronas. Hebb expuso que la repetida activación de una neurona por otra a través de una sinapsis determinada, aumenta su conductividad, y la hacia más propensa a ser activada sucesivamente, induciendo a la formación de un circuito de neuronas estrechamente conectadas entre sí.

1951 Primera Red Neuronal

El extraordinario estudiante de Harvard, Marvin Minsky conoció al científico Burrhus Frederic Skinner, con el que trabajó algún tiempo ayudándole en el diseño y creación de máquinas para sus experimentos. Minsky se inspiró en Skinner para gestar su primera idea **oficial** sobre inteligencia artificial, su Red Neuronal. Por aquel entonces entabló amistad con otro brillante estudiante, Dean

Edmonds, el cual estaba interesado en el estudio de una nueva ciencia llamada Electrónica.

Durante el verano de 1951, Minsky y Edmonds montaron la primera máquina de redes neuronales, compuesta básicamente de 300 tubos de vacío y un piloto automático de un bombardero B-24. Llamaron a su creación **Sharc**, se trataba nada menos que de una red de 40 neuronas artificiales que imitaban el cerebro de una rata. Cada neurona hacía el papel de una posición del laberinto y cuando se activaba daba a entender que la **rata** sabía en que punto del laberinto estaba. Las neuronas que estaban conectadas alrededor de la activada, hacían la función de alternativas que seguir por el cerebro, la activación de la siguiente neurona, es decir, la elección entre **derecha** o **izquierda** en este caso estaría dada por la fuerza de sus conexiones con la neurona activada. Por ejemplo, la **rata** completaba bien el recorrido eligiendo a partir de la quinta neurona la opción **izquierda** (que correspondería a la sexta), es entonces cuando las conexiones entre la quinta y sexta se hacen más fuertes (dicha conexión era realizada por el piloto automático), haciendo desde este momento más propensa esta decisión en un futuro. Pero las técnicas Skinnerianas (que eran las que se habían puesto en funcionamiento en esta red neuronal) no podrían llevar muy lejos a este nuevo engendro, la razón pasa porque esto, en sí, no es inteligencia, pues la red neuronal nunca llegaría a trazar un plan.

Después de su Red Neuronal, Minsky escribió su tesis doctoral acerca de esta, en ella describía **cerebros mucho mayores**, exponiendo que si se realizaba este proyecto a gran escala, con miles o millones de neuronas más y con diferentes sensores y tipos de retroalimentación... la máquina podría ser capaz de razonar, mas él sabía que la realización de esta Red Neuronal era imposible y decidió buscar otra forma de crear inteligencia.

3.3. La Neurona

A finales del siglo XIX se logró una mayor claridad sobre el trabajo del cerebro debido a los trabajos de Ramón y Cajal en España y Sherrington en Inglaterra. El primero trabajó en la anatomía de las neuronas y el segundo en los puntos de conexión de las mismas o sinapsis.

El tejido nervioso es el más diferenciado del organismo y está constituido por células nerviosas, fibras nerviosas y la neuroglia, que está formada por varias clases de células. La célula nerviosa se denomina neurona, que es la unidad funcional del sistema nervioso. Hay neuronas bipolares, con dos prolongaciones de fibras y multipolares, con numerosas prolongaciones. Pueden ser neuronas sensoriales, motoras y de asociación.

Se estima que en cada milímetro del cerebro hay cerca de 50.000 neuronas. La estructura de una neurona se muestra en la Figura 3.

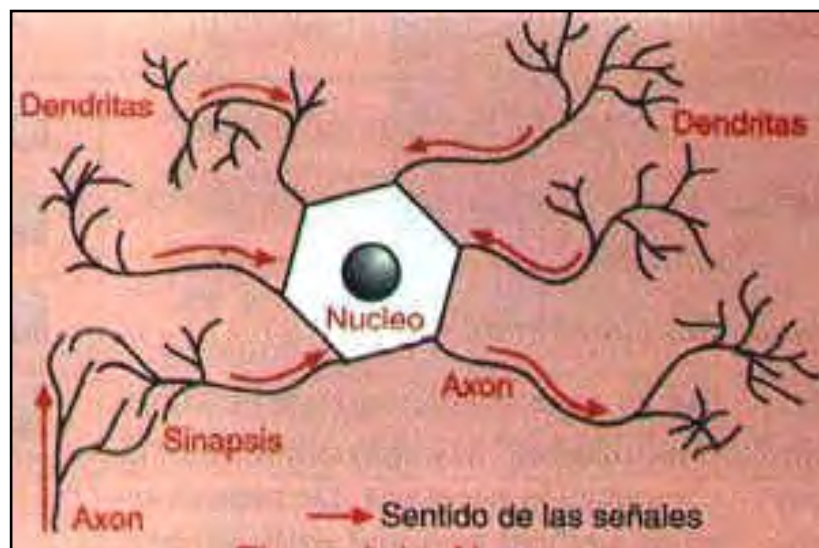


Figura 3. La Neurona

El tamaño y la forma de las neuronas es variable, pero con las mismas subdivisiones que muestra la figura. El **cuerpo de la neurona o Soma** contiene el núcleo. Se encarga de todas las actividades metabólicas de la neurona y recibe la información de otras neuronas vecinas a través de las conexiones sinápticas.

Las dendritas son las conexiones de entrada de la neurona. Por su parte **el axón** es la **salida** de la neurona y se utiliza para enviar impulsos o señales a otras células nerviosas. Cuando el axón está cerca de sus células destino se divide en muchas ramificaciones que forman **sinapsis** con el soma o axones de otras células. Esta unión puede ser **inhibidora** o **excitadora** según el transmisor que las libere. Cada neurona recibe de 10.000 a 100.000 sinapsis y el axón realiza una cantidad de conexiones similar.

La transmisión de una señal de una célula a otra por medio de la sinopsis es un proceso químico. En él se liberan sustancias transmisoras en el lado del emisor de la unión. El efecto es elevar o disminuir el potencial eléctrico dentro del cuerpo de la célula receptora. Si su potencial alcanza el umbral se envía un pulso o potencial de acción por el axón. Se dice, entonces, que la célula se disparó. Este pulso alcanza otras neuronas a través de la distribuciones de los axones.

3.3.1. Representación de la Neurona

La Neurona puede ser representada como un grafo constituido por un conjunto de nodos, donde uno de ellos representa el Núcleo y el resto las Dendritas (La Figura 4 muestra claramente esta representación).

Los nodos que representan las Dendritas estarán conectadas al Núcleo. El grado de Estimulo o Inhibición (sinapsis) de las entradas esta representado por pesos W_1, W_2, \dots

Un peso positivo (+) significa que existe un Estímulo asociado a dicha entrada, en cambio un peso negativo (-) representa una Inhibición.

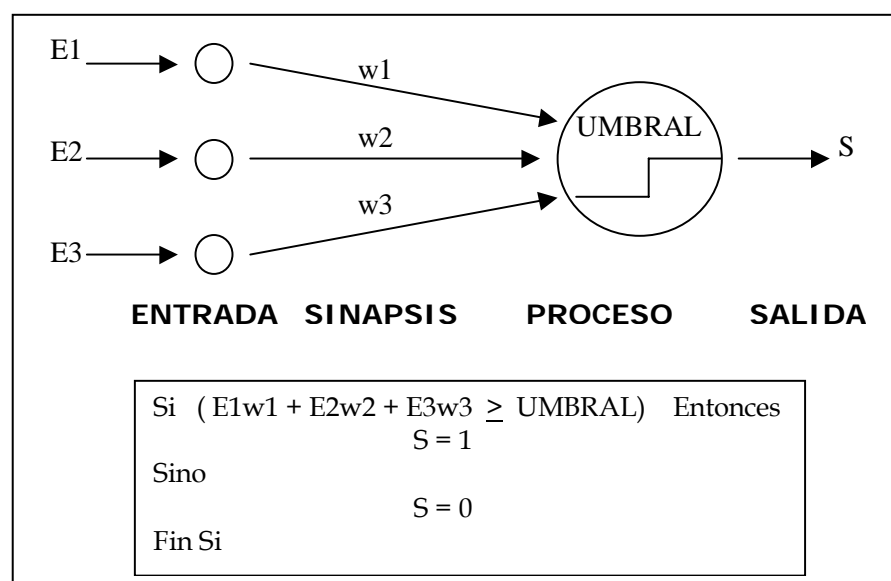


Figura 4. Representación de la Neurona

3.4. La Red Neuronal

El sistema de neuronas biológico esta compuesto por neuronas de entrada (sensores) conectados a una compleja red de neuronas **calculadoras** (neuronas ocultas), las cuales, a su vez, están conectadas a las neuronas de salidas que controlan, por ejemplo, los músculos.

La Figura 5 muestra un esquema conceptual. Los sensores pueden ser señales de los oídos, ojos, etc. las respuestas de las neuronas de salida activan los músculos correspondientes. En el cerebro hay una gigantesca red de neuronas **calculadoras** u ocultas que realizan la computación necesaria. De esta manera similar, una red neuronal artificial debe ser compuesta por sensores del tipo mecánico o eléctrico.

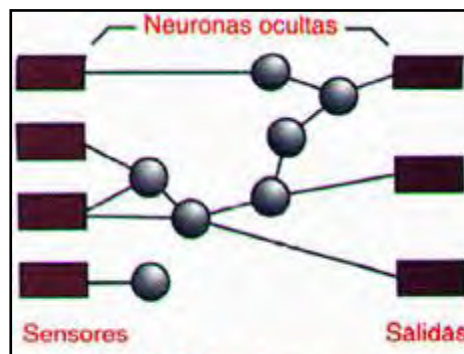


Figura 5. Estructura Neuronal

3.4.1. ¿Qué es una Red Neuronal Artificial (ANN)?

Las **redes neuronales artificiales** (ANN) son sistemas paralelos para el procesamiento de la información, inspirados en el modo en el que las redes de neuronas biológicas del cerebro procesan información. El punto clave de las ANN es la nueva estructura de estos sistemas para el procesamiento de la información. Estos están compuestos, al igual que el cerebro, por un numero muy elevado de elementos básicos (las neuronas), altamente interconectados entre ellos y con modelo de respuesta para cada elemento en función de su entorno muy parecido al comportamiento de las neuronas biológicas.

Una **red neuronal** es el intento de poder realizar una simulación computacional del comportamiento de partes del cerebro humano mediante la réplica en pequeña escala de los patrones que éste desempeña para la formación de resultados a partir de los sucesos percibidos.

Concretamente, se trata de poder analizar y reproducir el mecanismo de aprendizaje y reconociendo de sucesos que poseen los animales más evolucionados.

Las Redes Neuronales Artificiales constituyen una herramienta muy potente para un gran número de aplicaciones reales. Su potencia se basa en una serie de características que no presentan otros elementos usados en dichas aplicaciones. Entre estas **características** se puede destacar que:

1. **Son elementos no lineales.** La realidad no es tan sencilla como se estudia, existen pocos sistemas reales donde las variables sean lineales, luego si los sistemas son no lineales, por qué usar para modelos lineales.
2. **Son capaces de adaptarse a la evolución de su entorno.** Existen un gran número de problemas de modelización donde esta característica es esencial (por ejemplo predicción en bolsa)
3. **Son capaces de generalizar.** En problemas de clasificación esta característica es esencial, pensemos en una aplicación de diagnóstico médico, lo que se busca es una buena clasificación usando como patrones de entrada sujetos que el sistema no ha visto (el sistema debe generalizar a partir de los patrones con los que ha sido entrenado).

3.4.2. Otros Campos de Aplicación

Estas también se pueden agrupar según el objetivo perseguido:

a) Modelización de sistemas.

En esta aplicación el propósito es determinar un modelo del sistema a partir de unas entradas y salidas de éste que se conocen.

b) Predicción.

El objetivo perseguido en estas aplicaciones es determinar el valor de una secuencia temporal un instante a partir de los valores en los instantes anteriores. Dentro de este campo nos encontramos con aplicaciones:

❑ Farmacológicas.

- Determinación de la concentración en sangre de un determinado fármaco.
- Previsión del consumo de un determinado fármaco por un Hospital.
- Predicción del número de pacientes en un Hospital.

❑ Medio ambiente.

- Determinación del nivel de ozono.

❑ Económicas.

- Predicción del valor en bolsa de un determinado valor.
- Evolución del número de consumidores para un determinado producto.
- Predicción del consumo eléctrico, en agua, etc. de una gran ciudad.

c) Clasificación.

En esta aplicación el objetivo perseguido es clasificar el patrón de entrada en una serie de clases definidas de antemano. En este campo nos encontramos aplicaciones:

□ Médicas.

- Identificación de pacientes con enfermedades de difícil diagnóstico.
- Clasificación de tumores.
- Determinación de tipos de arritmias.
- Identificación de parámetros característicos en electrocardiogramas.

□ Farmacológicas.

- Identificación de pacientes con efectos secundarios para un fármaco.

3.4.3. Interpretación de la Neurona por Computadora

Una neurona se puede comparar con una caja negra compuesta por varias entradas y una salida. La relación de activación entre la salida y la entrada, o en términos circuitales o de teoría de control, la función de transferencia se encuentra en la Figura 2.

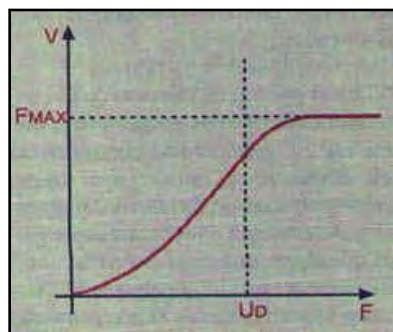


Figura 6. Función de Transferencia de una Neurona

La variable **f** es la frecuencia de activación o emisión de potenciales y **u** es la intensidad del estímulo del soma.

3.4.4. La Neurona Artificial

Un circuito eléctrico que realice la suma ponderada de las diferentes señales que recibe de otras unidades iguales y produzca en la salida un **uno** o un **cero** según el resultado de la suma con relación al umbral o nivel de disparo, conforma una buena representación de lo que es una neurona artificial. La función de transferencia para la activación o disparo de la neurona puede ser de umbral lógico (Fig. 7a) o de limitación dura (Fig. 7b) o de función tipo **s** (Fig. 7c). **W** representa el peso o ponderación de la conexión a través de una entrada.

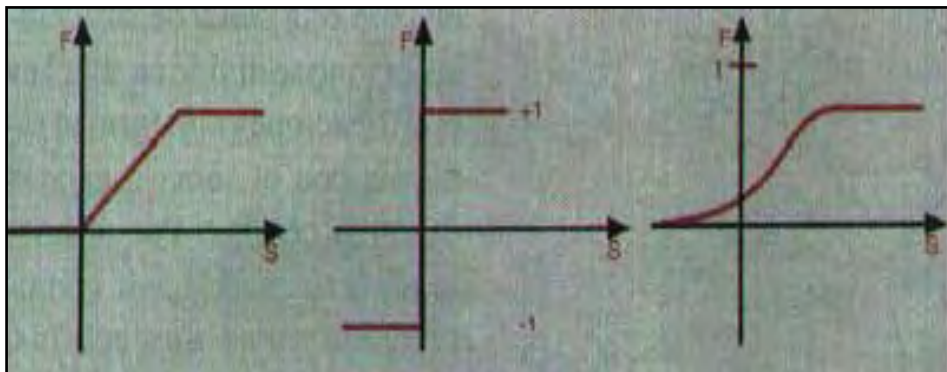


Figura 7. Funciones de Transferencia de Activación de una Neurona Artificial.

La neurona artificial es un dispositivo eléctrico que responde a señales eléctricas. La respuesta la produce el circuito activo o función de transferencia que forma parte del cuerpo de la neurona. Las **dendritas** llevan las señales eléctricas al cuerpo de la misma. Estas señales provienen de sensores o son salidas de neuronas vecinas. Las señales por las dendritas pueden ser voltajes positivos o negativos; los voltajes positivos contribuyen a la excitación del cuerpo y los voltajes negativos contribuyen a inhibir la respuesta de la neurona. (Figura 8).

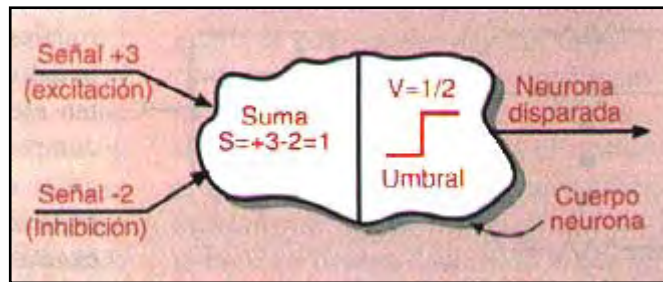


Figura 8. Excitación, Inhibición, Disparo.

3.5. Método De Transmisión De La Información En El Cerebro

Antes conviene saber que en los primeros tiempos de la informática a los ordenadores se los llamaba calculadoras de cifras electrónicas o simplemente calculadoras digitales. Los sistemas digitales trabajan con cifras en código binario que se transmiten en formas de impulsos (bits). Los sistemas analógicos procesan señales continuamente cambiantes, como música o palabra hablada.

Por suerte para nuestro propósito de imitar con un ordenador el cerebro este también codifica la información en impulsos digitales. En los humanos las sensaciones se generan digitalmente y se transmiten así a través del sistema nervioso. Con otras palabras cuando la luz se hace más intensa, el sonido mas alto o la presión mas fuerte, entonces no es que fluya mas corriente a través de los nervios, sino que la frecuencia de los impulsos digitales aumenta.

En principio los ordenadores trabajan de manera semejante. Así una sensación mas fuerte corresponde en un equipo informático a una cifra más alta (o en una palabra mas larga). Sin embargo en un ordenador los datos se transmiten siempre a un mismo ritmo; la frecuencia base es inalterable. Por eso las cifras mas altas tardan mas tiempo en ser transmitidas. Como por lo general el ordenador o trabajan en tiempo real, esto no tiene mayor importancia, pero cuando se trata de un procesador en tiempo real, como son los empleados en proceso industrial, hace falta de ampliar el numero de canales de transmisión para que en el mismo espacio de tiempo pueda fluir mayor cantidad de datos.

3.5.1. Compuertas Lógicas

Sabemos que los elementos básicos de un ordenador son las compuertas lógicas, en el cerebro también existen aunque no son idénticas a las de un ordenador.

En un ordenador las compuertas *And*, *Or*, etc. tiene una función perfectamente determinada e inalterable. En el cerebro también hay elementos de conexión parecidos, las llamadas sinapsis, donde confluyen en gran numero las fibras nerviosas.

3.5.2. Funcionamiento de las Sinapsis

Cientos de datos fluyen por los nervios hasta cada sinapsis, donde son procesados. Una vez analizada y tratada la información esta sale ya transformada por los canales nerviosos.

En los seres vivos no pueden permitirse el lujo de la especialización ya que si algo se rompe otro elemento debe hacerse cargo de la función. Por eso cada sinapsis es simultáneamente una compuerta *And*, *Or*, *Not*, etc.

Una sinapsis suma las tensiones de los impulsos entrantes. Cuando se sobrepasa un determinado nivel de tensión; el llamado umbral de indicación; esta se enciende, esto es deja libre el camino para que pasen los impulsos. Si el umbral de indicación de tensión es demasiado bajo, la sinapsis actúa como una puerta lógica del tipo *Or*, pues en tal caso pocos impulsos bastan para que tenga lugar la conexión. En cambio cuando el umbral de indicación es alto, la sinapsis actúa como una puerta *And*, ya que en ese caso hace falta que lleguen la totalidad de los impulsos para que el camino quede libre. También existen conducciones nerviosas que tienen la particularidad de bloquear el paso apenas llegan los impulsos. Entonces la sinapsis hace la función de una compuerta inversora. Esto demuestra la flexible del sistema nervioso.

3.6. Diferencias entre el Cerebro y un Ordenador

La diferencia más importante y decisiva es el cómo se produce el almacenamiento de información en el cerebro y en el ordenador.

Ordenador: Los datos se guardan en posiciones de memoria que son celdillas aisladas entre sí. Así cuando se quiere acceder a una posición de memoria se obtiene el dato de esta celdilla. Sin que las posiciones de memoria aldeanas sé de por aludidas.

Cerebro: La gestión es totalmente diferente. Cuando buscamos una información no hace falta que sepamos donde se encuentra almacenada y en realidad no lo podemos saber ya que nadie sabe donde guarda hasta hoy en día el cerebro los datos.

Pero tampoco es necesario ya que basta con que pensemos en el contenido o significado de la información para que un mecanismo, cuyo funcionamiento nadie conoce, nos proporcione automáticamente no solo la información deseada sino que también las informaciones vecinas, es decir, datos que de una u otra manera hacen referencia a lo buscado.

Los expertos han concebido una serie de tecnicismos para que lo incomprensible resulte algo más comprensible. Así a nuestro sistema para almacenar información se lo llama memoria asociativa. Esta expresión quiere dar a entender que los humanos no memorizan los datos diseccionándolos en celdillas, sino por asociación de ideas; esto es, interrelacionando contenidos, significados, modelos.

En todo el mundo pero sobre todo en Estados Unidos y Japón, científicos expertos tratan de dar con la clave de la memoria asociativa. Si se consiguiera construir un chip de memoria según el modelo humano, la ciencia daría un paso gigante en la fascinante carrera hacia la inteligencia artificial. Y además el bagaje del saber humano quedaría automáticamente enriquecido.

3.7. Un Superordenador Llamado Cerebro

El hombre necesita un sistema de proceso de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información muy distinta y en muy poco tiempo y con el mayor sentido practico(pero no necesariamente con exactitud), para inmediatamente poder actuar en consecuencia. Los ordenadores, en cambio, son altamente especializados con capacidad para procesar con exactitud información muy concreta(en principio solo números) siguiendo unas instrucciones dadas.

El cerebro humano posee mas de diez millones de neuronas las cuales ya están presentes en el momento del nacimiento conforme pasa el tiempo se vuelven inactivas, aunque pueden morir masivamente.

Nuestro órgano de pensamiento consume 20 Patios/hora de energía bioquímica, lo que corresponde a una cucharada de azúcar por hora. Los ordenadores domésticos consumen una cantidad semejante. Las necesidades de oxígeno y alimento es enorme en comparación con el resto del cuerpo humano: casi una quinta parte de toda la sangre fluye por el cerebro para aprovisionar de oxígeno y nutrientes. La capacidad total de memoria es difícil de cuantificar, pero se calcula que ronda entre 10^{12} y 10^{14} bits.

La densidad de información de datos de un cerebro todavía no se ha podido superar artificialmente y en lo que se refiere a velocidad de transmisión de datos, a pesar de la lentitud con que transmite cada impulso aislado, tampoco esta en desventaja, gracias a su sistema de proceso en paralelo: la información recogida por un ojo representa 10^6 bits por segundo.

Según todos los indicios el cerebro dispone de dos mecanismos de almacenamiento de datos: la memoria intermedia acepta de cinco a diez unidades de información, aunque solo las mantiene durante agudos minutos. La memoria definitiva guarda las informaciones para toda la vida, lo que no significa que nos podamos acordar siempre de todo. La memoria inmediata trabaja como una espacie de cinta continua: la información circula rotativamente en forma de impulsos eléctricos por los registros. El sistema es comparable a la memoria dinámica de un ordenador, en la que la información tiene que ser refrescada

continuamente para que no se pierda. En cambio, la memoria definitiva parece asemejarse mas bien a las conocidas memorias de celdillas de los ordenadores. Se cree que esta memoria funciona gracias a formaciones químicas de las proteínas presentes en el cerebro humano.

3.7.1. Diferencias Entre El Cerebro y Una Computadora

CEREBRO	COMPUTADORA
<ul style="list-style-type: none"> Sistema de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información en poco tiempo pero no necesariamente con exactitud. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas altamente especializados con capacidad para procesar información muy concreta, siguiendo unas instrucciones dadas.
<ul style="list-style-type: none"> La frecuencia de los impulsos nerviosos puede variar. 	<ul style="list-style-type: none"> La frecuencia de transmisión es inalterable y esta dada por el reloj interno de la maquina.
<ul style="list-style-type: none"> Las llamadas sinapsis cumple en el cerebro la función simultánea de varias compuertas (<i>and, or, not, etc.</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Las compuertas lógicas tienen una función perfectamente determinada e inalterable.
<ul style="list-style-type: none"> La memoria es del tipo asociativo y no se sabe dónde quedara almacenada. 	<ul style="list-style-type: none"> La información se guarda en posiciones de memoria de acceso directo por su dirección.
<ul style="list-style-type: none"> Los impulsos fluyen a 30 metros por segundo. 	<ul style="list-style-type: none"> En el interior de una computadora los impulsos fluyen a la velocidad de la luz.

Tabla II. Diferencias entre el Cerebro y una Computadora.

3.7.2. Similitudes Entre El Cerebro y Una Computadora

- Ambos codifican la información en impulsos digitales.
- Tanto el cerebro como la computadora tienen compuertas lógicas.
- Existen distintos tipos de memoria.
- Los dos tienen aproximadamente el mismo consumo de energía.

3.8. Funcionamiento Básico De Las Redes Neuronales

Las **redes neuronales** están formadas por un conjunto de **neuronas artificiales** interconectadas. Las neuronas de la red se encuentran distribuidas en diferentes **capas** de neuronas, de manera que las neuronas de una capa están **conectadas** con las neuronas de la capa siguiente, a las que pueden enviar **información**.

La **arquitectura** más usada en la **actualidad** de una red neuronal (como la presentada en la Figura 9) consistiría en:

- Una primera **capa de entradas**, que recibe información del **exterior**.
- Una serie de **capas ocultas (intermedias)**, encargadas de realizar el trabajo de la red.
- Una **capa de salidas**, que proporciona el resultado del trabajo de la red al **exterior**.

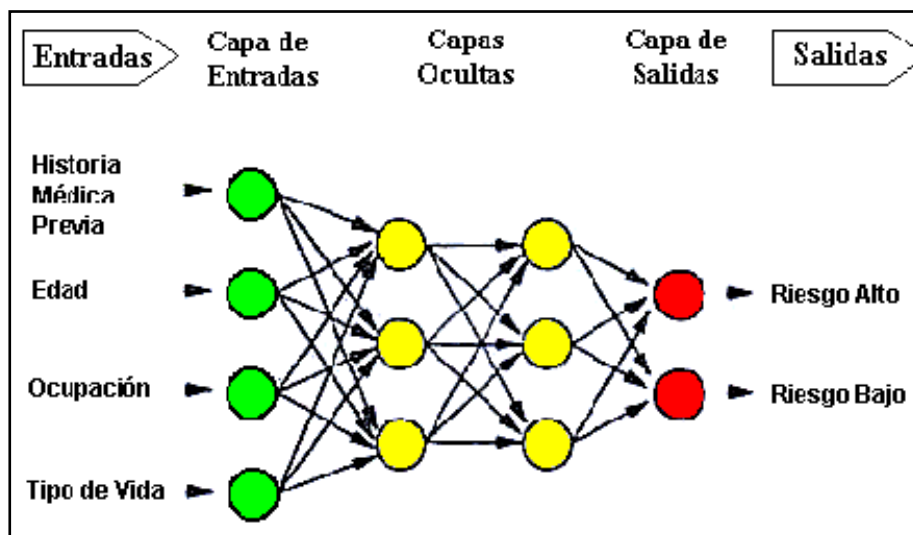


Figura 9. Arquitectura de una Red Neuronal.

En la Figura 9 los círculos representan neuronas, mientras las flechas representan conexiones entre las neuronas.

El número de capas intermedias y el número de neuronas de cada capa dependerá del tipo de aplicación al que se vaya a destinar la red neuronal.

3.9. Neuronas y Conexiones

Cada neurona de la red es una unidad de procesamiento de información; es decir, recibe información a través de las conexiones con las neuronas de la capa anterior, procesa la información, y emite el resultado a través de sus conexiones con las neuronas de la capa siguiente, siempre y cuando dicho resultado supere un valor **umbral**.

En una red neuronal ya entrenada, las conexiones entre neuronas tienen un determinado peso (**peso sináptico**).

Un ejemplo de una neurona sobre la que convergen conexiones de diferente peso sináptico (W_i) sería el de la Figura 10.

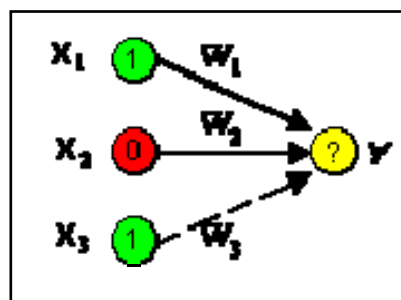


Figura 10. 3 Conexiones de diferente peso sináptico ($W_1 > W_2 > W_3$) convergen sobre la misma Neurona Y

El **procesamiento de la información** llevado a cabo por cada neurona Y , consiste en una **función** (F) que opera con los **valores recibidos** desde las neuronas de la capa anterior (X_i , generalmente 0 o 1), y que tiene en cuenta el

peso sináptico de la conexión por la que se recibieron dichos valores (W_i). Así, una neurona dará mas importancia a la información que le llegue por una conexión de peso mayor que no a aquella que le llegue por una conexión de menor peso sináptico.

Un modelo simple de la **función** F seria:

$$F = X_1W_1 + X_2W_2 + \dots + X_nW_n$$

Si el **resultado** de la función F es **mayor** que el valor **umbral** (U), la neurona se **activa** y emite una **señal** (1) hacia las neuronas de la capa siguiente. Pero, si por el contrario, el **resultado** es **menor** que el valor **umbral**, la neurona permanece **inactiva** (0) y no envía ninguna señal:

$$\begin{aligned} X_1W_1 + X_2W_2 + \dots + X_nW_n \leq U &\Leftrightarrow \text{Inactivación} \Leftrightarrow Y = 0 \\ X_1W_1 + X_2W_2 + \dots + X_nW_n > U &\Leftrightarrow \text{Activación} \Leftrightarrow Y = 1 \end{aligned}$$

De esta forma, definido un conjunto inicial de pesos en las conexiones, al presentar un **estímulo** (conjunto de ceros y unos que representa un dato, perfil u objeto) a la **capa de entradas**, cada neurona en cada capa realiza la **operación** descrita anteriormente, activándose o no, de manera que al final del proceso las neuronas de la **capa de salidas** generan un resultado (otro conjunto de ceros y unos), que puede coincidir o no con el que se desea asociar el estímulo.

En el **entrenamiento** de una red neuronal tanto el **peso sináptico** de las conexiones como el **valor umbral** para cada neurona se modifican (según un algoritmo de aprendizaje), con el fin de que los resultados generados por la red **coincidan** con (o se aproximen a) los resultados esperados.

Y para simplificar el sistema de entrenamiento, el valor **umbral** (U) pasa a expresarse como un peso sináptico más ($-W_0$), pero asociado a una **neurona siempre activa** (X_0). Esta **neurona siempre activa**, se denomina **bias**, y se sitúa en la capa anterior a la neurona Y .

Así, la condición de activación puede describirse como:

$$\underline{X_0W_0} + X_1W_1 + X_2W_2 + \dots + X_nW_n > 0 \Leftrightarrow \text{Activación} \Leftrightarrow Y = 1$$

De esta manera el algoritmo de aprendizaje puede ajustar el **umbral** como si ajustara un **peso sináptico** más.

3.10 Identificación De Patrones

Una de las preguntas más interesantes que se plantean al hablar de las redes neuronales es la habilidad del cerebro para poder reconocer patrones. Se denomina **reconocimiento de patrones** a la capacidad de poder interpretar una imagen compleja (una foto, lo que ve el ojo) y actuar en consecuencia.

Consideremos un conjunto de patrones P_1, P_2, \dots, P_n (para nuestro SE los patrones serán las 10 categorías que se consideran de la A a la J, en cuanto a los datos de la construcción se refiere de las estructuras, acabados e instalaciones) cada patrón P_i es definido por un conjunto de características $[C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{im}]$ (y nuestras características serán las especificaciones de cada una de las categorías).

Las características pueden tener un grado de importancia diferente en cada patrón.

El problema de este método, consiste en identificar a que patrón corresponde un conjunto de características dadas. (Para nuestro SE el problema consiste en identificar a que categoría corresponde un conjunto de especificaciones dadas).

3.10.1. Ejemplo

Consideremos:

Patrones: Características - Pesos

P1	C1, 6	C4, 3	C5, 1	C7, 4
P2	C2, 3	C4, 2	C6, 4	
P3	C2, 1	C3, 3	C5, 2	C7, 1

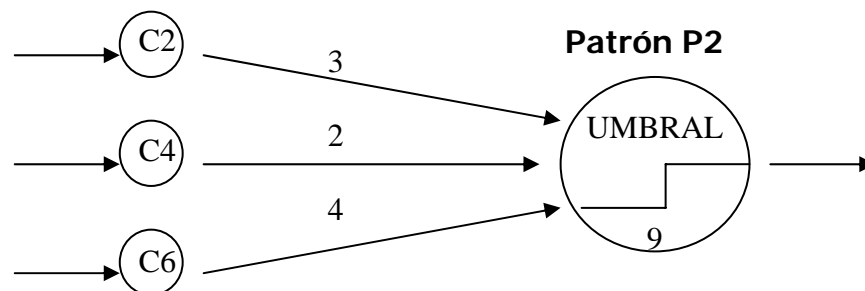
Identifiquemos el Patrón asociado a:

[C2, C4, C6]

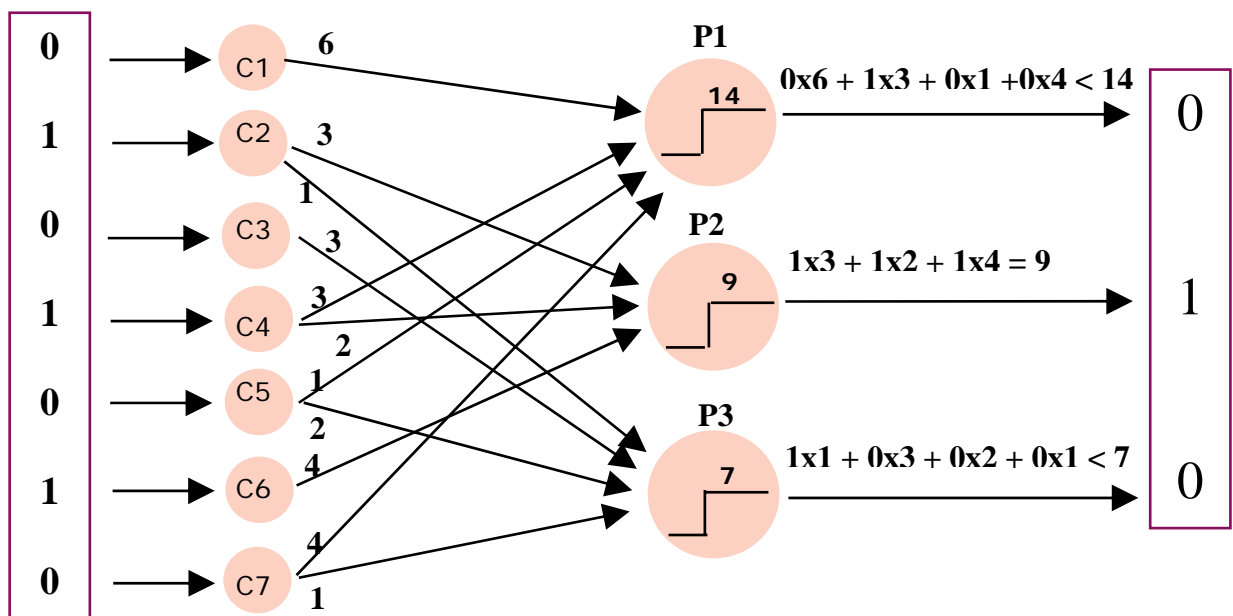
Ejemplo – Neurona asociada a P2

Patrón: Características - Pesos

P2 C2, 3 C4, 2 C6, 4

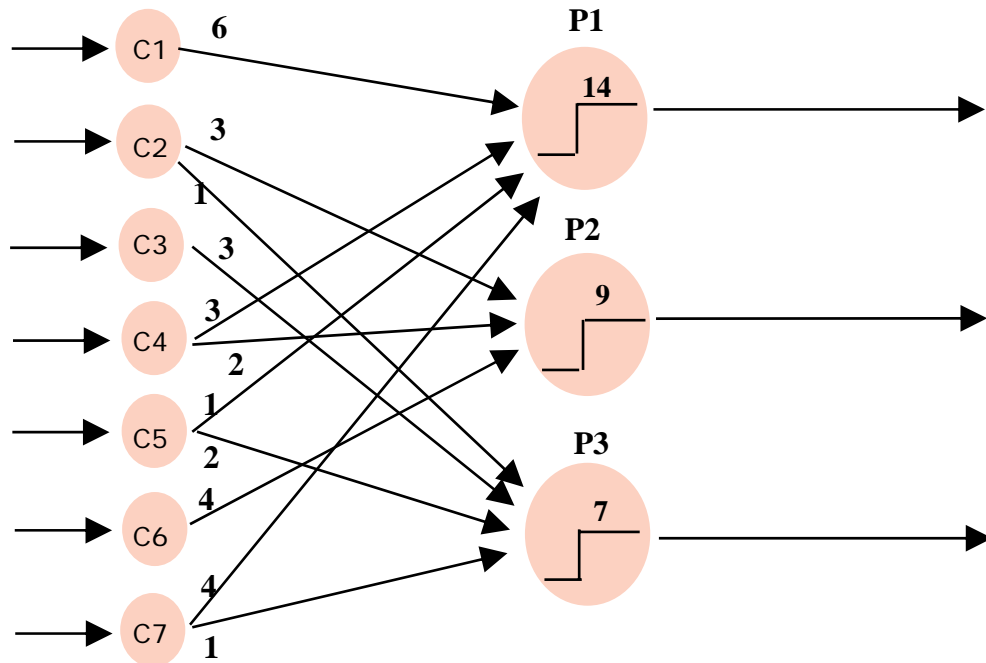


Ejemplo – Identificación



Identifica el Patrón P2

Ejemplo – Red Neuronal



Representación de la Red Neuronal:

PATRONES

	P1	P2	P3
UMBRAL	14	9	7
C1	6	0	0
C2	0	3	1
C3	0	0	3
C4	3	2	0
C5	1	0	2
C6	0	4	0
C7	4	0	1

3.10.2. Aplicación En Diagnostico De Enfermedades

Base de Conocimiento:

ENFERMEDADES			
	E1	E2	E3
UMBRAL	10	10	8
S1	3	0	0
S2	0	3	2
S3	2	0	3
S4	0	2	0
S5	0	1	1
S6	1	4	0
S7	4	0	2

Base de Hecho: Identificar Paciente X, Síntomas (S1, S2, S4, S6)

Problema: Cual enfermedad tiene el Paciente X.

❖ Diagnosticando

Para Hallar el **Diagnostico Exacto**, seguiremos el siguiente algoritmo:

Para cada Enfermedad (columna) realice:

Inicio

SUMA \leftarrow Sume los pesos asociados a los síntomas de X;

Si (SUMA \geq UMBRAL) entonces

Diagnosticar Enfermedad;

Fin Si

Fin Para

Pero en algunas situaciones este diagnostico no puede ser posible, porque no es de conocimiento del paciente todos sus Síntomas, en este caso se utilizara un **Diagnostico Aproximado**, como sigue:

Para cada Enfermedad_i (columna) realice:

Inicio

SUMA \leftarrow Sume los pesos asociados a los síntomas de X;

SUMA%_i \leftarrow 100*SUMA / UMBRAL;

Fin_Para

Ordenar (Diagnóstico_i);

Escribir (Enfermedad_i, SUMA%_i);

Hallando el Diagnostico, aplicando el algoritmo anterior en la Base de Conocimiento:

Síntomas de X : (S1, S2, S4, S6)

ENFERMEDADES

	E1 x W1	E2 x W2	E3 x W3
UMBRAL	10	10	8
S1	3 x 1	0 x 1	0 x 1
S2	0 x 1	3 x 1	2 x 1
S3	2 x 0	0 x 0	3 x 0
S4	0 x 1	2 x 1	0 x 1
S5	0 x 0	1 x 0	1 x 0
S6	1 x 1	4 x 1	0 x 1
S7	4 x 0	0 x 0	2 x 0

SUMA	4	9	2
SUMA %	40%	90%	20%

Diagnóstico : Enfermedad E2 con 90% de certeza.

CAPÍTULO IV

SISTEMA EXPERTO DE DETERMINACIÓN DE AUTOAVALUO

4.1. Determinación de Autoavaluo en las Municipalidades

Antecedentes

Dada la realidad en la que se encuentran muchas Municipalidades del país, donde la gran mayoría de ellas no cuentan con Expertos Tributarios en el área del Impuesto Predial y Autoavaluo además que solo una minoritaria parte de ellas (principalmente de la capital) cuentan con expertos y aplican la automatización a su Análisis Tributario; dan como resultado un inadecuado manejo en la Declaración Jurada de Autoavaluos en la gran mayoría de Municipalidades a nivel nacional.

Como consecuencia, se hace necesario contar con Sistemas Expertos que permitan obtener el Valor del Autoavaluo de cada predio, reemplazando en gran parte la necesidad de contar con un Experto Tributario, que a su vez este Sistema Experto ayude a los trabajadores administrativos a realizar de manera más eficiente su trabajo y a mejorar la atención a los contribuyentes de estos lugares menos favorecidos, logrando así mejorar de alguna manera el funcionamiento de todas las Municipalidades en el Área de Análisis Tributario.

Definición del Problema

Como sabemos el campo de aplicación de un Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo es bastante amplio, ya que nuestro país posee

diversos tipos de edificaciones dependiendo de la región en que se encuentran (Costa, Sierra y Selva). Por esta razón, dicho sistema puede ser usado por las diferentes Municipalidades, ya que su aplicación determinara el Valor Total de la Construcción de las viviendas, facilitando la obtención del Autoavaluo por vivienda.

Para este sistema es necesario relacionar un conjunto de datos referentes al estado, tipo, antigüedad, estructuras, acabado, instalaciones y depreciación de la vivienda que formaran nuestra Base de Conocimientos referidas en particular al campo de la Declaración Jurada por vivienda, y generar de manera eficiente el Valor Total de la Construcción y como consecuencia la Obtención del Autoavaluo.

Tomando el Problema sobre la Determinación de Autoavaluo, las posibles variantes que se pueden presentar son:

- De acuerdo a la región donde se encuentra ubicado el predio

Debido a las condiciones ambientales y climatológicas, cada región de nuestro país utiliza para la construcción de sus predios diferentes materiales de construcción y acabados.

- De acuerdo al Tipo de Edificación

Existe una gran variedad de edificaciones, estas se pueden clasificar como: Casa-Habitación, Tiendas-Depósitos, Edificios, Clínicas, Hospitales, Cines, Industrias, Talleres, etc. Cada una de ellas tiene diferentes Porcentajes de Depreciación dependiendo de su antigüedad, el material estructural predominante y el estado de Conservación. Por ejemplo: Una Casa-Habitación de ladrillo de 10 años de Antigüedad y en buen estado de conservación, tiene un porcentaje de Depreciación de 11%. En cambio, una Tienda de ladrillo de 10 años de Antigüedad y en buen estado de conservación, tiene un porcentaje de Depreciación de 12%. Nuestro estudio solo se limitara a lo correspondiente a Casas-Habitación.

Aplicativos

En la actualidad, existen Módulos que forman parte de grandes Sistemas para el cálculo masivo de la Determinación del Autoavaluo. Dichos módulos no funcionan como Sistemas Expertos, sino que realizan cálculos rutinarios sobre los valores proporcionados por la Oficina de Rentas.

Un ejemplo de dichos sistemas, lo podemos encontrar en la Municipalidad de Santiago de Surco, donde un contribuyente de la municipalidad al presentar su Declaración Jurada llena 2 formularios (HR -> Hoja Resumen y PU -> Predio Urbano), los cuales contienen toda la información relacionada al predio. Dicha información es ingresada posteriormente al sistema en forma manual por teclado, donde pasa a ser almacenada en la Base de Datos de Contribuyentes, una vez ingresada toda la información declarada, esta es usada por el Sistema para Calcular el Valor del Autoavaluo y luego hallar el Valor del Impuesto Predial Anual que deberá pagar el contribuyente a la Municipalidad.

La dificultad de esta forma de trabajo, es que se necesita un personal especializado en Tributación cuya función principal es ayudar a los contribuyentes en el correcto llenado de los formularios HR y PU, ya que si estos no están llenados adecuadamente pueden proporcionar información incorrecta en perjuicio de la Municipalidad o el Contribuyente.

Aplicaciones

- El Sistema Experto ha desarrollado, podría ser usado por :
 - Empresas Inmobiliarias que se dedican a la compra y venta de predios ubicados en diferentes lugares del país, ya que con esto pueden obtener un valor aproximado de cada predio de los que están interesados en negociar y en base a esto realizar las ofertas correspondientes.
 - Empresas Bancarias de préstamo e Hipotecas, ya que ellos necesitan conocer el valor de los predios pertenecientes a aquellos clientes que desean pedir prestamos hipotecando sus Bienes Inmuebles.

- Puede ser usado por cualquier persona en general, que tenga conocimientos básicos en el uso de sistemas, que este interesado en determinar el valor de su predio u otros en los que tenga interés.

4.2. Municipalidad en Estudio

El Sistema Experto de Determinación del Autoavaluo de las Viviendas puede ser utilizado por las diferentes Municipalidades. Como caso de estudio hemos escogido a la Municipalidad de Santiago de Surco, por tener todas las facilidades de obtener la información necesaria.

Organización

Santiago de Surco se encuentra ubicado en el centro sur de la provincia de Lima. Limita con 9 distritos en toda su extensión y tiene un Centro Histórico donde se conservan las tradiciones y el calor humano heredado a través de su historia. El actual alcalde es CARLOS DARGENT CHAMOT, reelecto en 1998 para un período de 4 años.

Antecedentes

En la época de la Independencia, entre los años 1823 y 1826, con el gobierno del Libertador don Simón Bolívar, Santiago de Surco fue uno de los siete distritos creados en Lima, siendo los pueblos de Chorrillos y Miraflores, parte de su jurisdicción. En 1857, ambos pueblos se constituyeron en distritos independientes. La ley transitoria que crea las Municipalidades se promulgó el 2 de Enero de 1857.

En la época de la República, durante el gobierno del Mariscal don Ramón Castilla, Santiago de Surco, conforma una de las 10 Municipalidades según la Ley Transitoria, Art. 1, en conformidad de la Ley Orgánica del 29 de noviembre de 1859.

En 1874, Barranco, que debe su fundación a los antiguos surcanos, también formaba parte de Surco, segregándose en esa fecha, para que en 1893 volviera a unirse en un todos, bajo la denominación de San José de Surco, nombre que hasta hace poco oficialmente, correspondía a ese bellissimo balneario cuna de poetas.

Es indudable que la fusión de dos pueblos, bajo el nombre de "San José de Surco", no hizo gracia alguna a los surcanos, pese a las afinidades de todo orden que existían y existen entre ellos. Esta situación mantuvo inquietos a muchos vecinos notables de Surco, y en marchas y contramarchas hacia la Plaza Bolívar o de la Inquisición y a la casa del Marqués, culminó un 16 de diciembre de 1929, cuando don Augusto B. Leguía, presidente de la República que 100 días antes había recuperado la heroica Tacna al seno de la Patria, le puso el cúmplase a la Ley N°. 6644, devolviendo al pueblo de Santiago de Surco su autonomía municipal de distrito.

Misión

La misión que se a propuesto la Municipalidad de Santiago de Surco es lograr el bienestar de todos los ciudadanos que conforman Santiago de Surco.

Objetivos

- Mejorar la calidad de vida de todos los habitantes creando un ambiente adecuado, que haga de Surco un lugar que conjugue equilibrantemente a la ciudad con la naturaleza.
- Mejorar de la mano de los vecinos, las áreas verdes, fachadas y todo aquello que contribuya a que Surco sea un distrito ordenado.

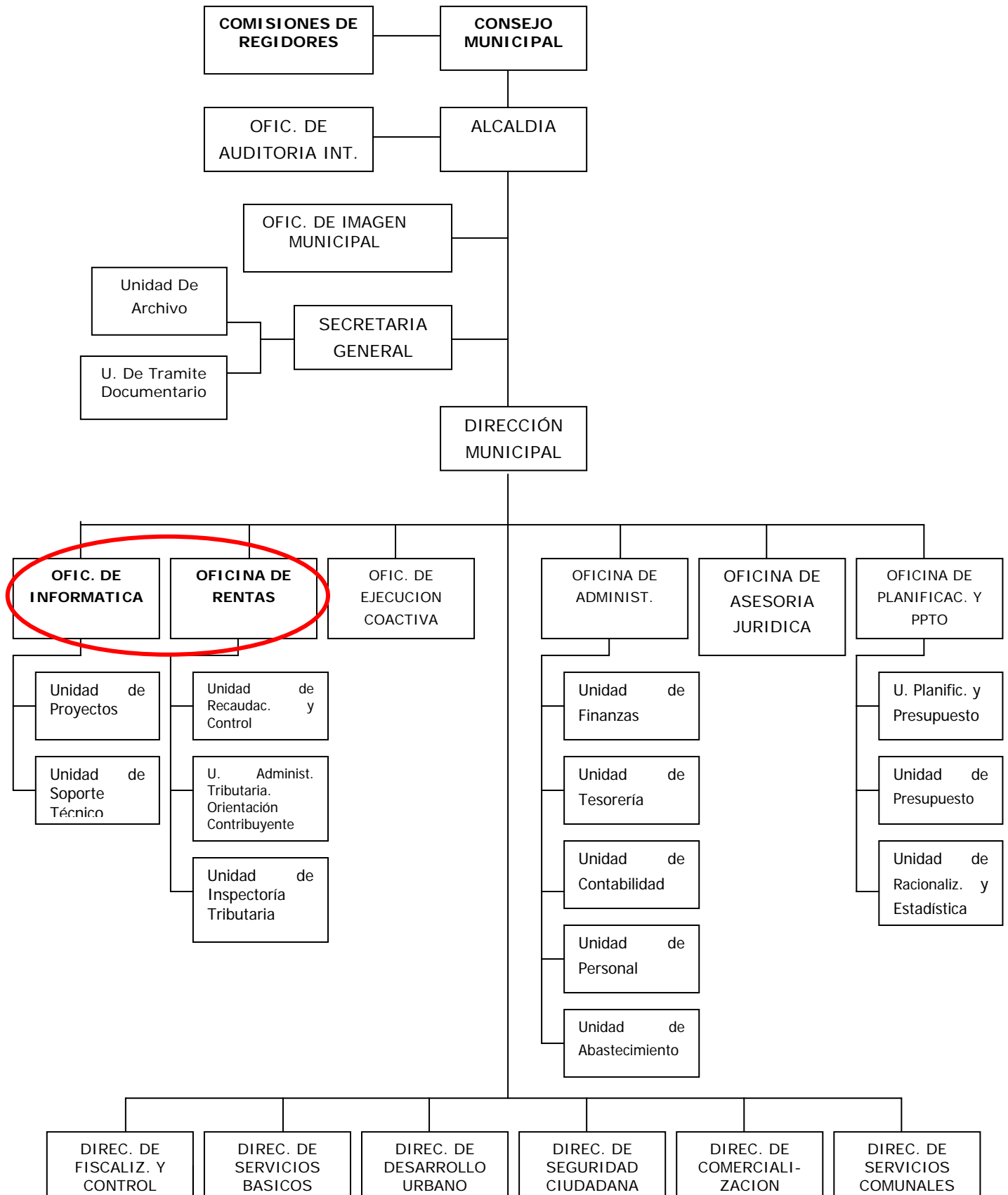
- Promover la participación de los jóvenes en las actividades de la institución alejándolos de los vicios sociales.
- Promover la instalación, formación, orientación y capacitación para brindar un mejor servicio a todos los vecinos.
- Disminuir la tasa de evasión y de morosidad en el pago de los tributos.

El Problema en la Organización

El cálculo en la Determinación del valor del Autoavaluo realizado por cualquier contribuyente toma demasiado tiempo y esfuerzo, llegando en todos los casos a tener que recurrir a otras personas especialistas en la materia de Tributos. La oficina donde se inician todos estos inconvenientes que trae consigo la Declaración Jurada es la Oficina de Rentas, la cual es una dependencia directa de la Dirección Municipal. (Ver Organigrama de la Municipalidad de Santiago de Surco en la siguiente hoja).

Cuando un contribuyente realiza la declaración Jurada de su predio, se ve agobiado por los tramites que tiene que realizar, llegando a cometer errores que pueden perjudicar tanto a él como a la Municipalidad.

ORGANIGRAMA DE LA MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO DE SURCO



Método Usado en la Organización

Cuando un contribuyente adquiere un nuevo predio o realiza modificaciones al predio con que cuenta actualmente que ya fue declarado en una anterior oportunidad, estos predios deben ser declarados necesariamente a la Municipalidad para que esta lleve un control de todos los predios existentes en su distrito y así aplicar el impuesto justo que le corresponde a cada uno de estos.

La Municipalidad tienen como una fuente de ingreso anual los montos del tributo del Impuesto Predial y Arbitrios que es obtenida de la Declaración Jurada del Autoavaluo por cada predio existente en su jurisdicción. La única forma que tiene la Municipalidad de obtener la información de cada predio es a través de la Declaración Jurada que presenta el contribuyente del predio. Para realizar esta declaración existen cuadros de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para las tres regiones del país, la tabla de depreciación y la información general sobre aranceles de terrenos que debe confirmarse específicamente en cada caso, en el respectivo Municipio; y la escala del Impuesto que rige para este año.

Para realizar una Declaración Jurada el contribuyente debe de realizar una serie de pasos :

El primer paso, y el más importante creemos nosotras, consiste en la Adquisición de los Formularios HR (Hoja de Resumen) y PU (Predio Urbano) que deberán ser llenados por el contribuyente correctamente, ya que allí se especifican las características del predio como: estado, tipo, uso, ubicación, sector y todos los datos de la construcción del predio de sus estructuras, acabados e instalaciones. Todos los datos que se llenaron en estos formularios son los que determinaran el Valor Real del Predio, tanto en la construcción, terreno y otras instalaciones. Es en esta parte donde los contribuyentes presentan mayores dificultades, debido a la poca facilidad y conocimiento en el llenado de los formularios, ya que en estos el llenado es a través de una serie de códigos que los contribuyentes no conocen, es ahí donde interviene el especialista en Tributos que brinda la Municipalidad, que se encarga del correcto llenado de estos.

Posteriormente los formularios son presentados y recepcionados para su posterior aprobación cuando la declaración y cálculos son los correctos. De este modo la municipalidad es como consigue la información de todos los predios existentes en su Jurisdicción.

Aplicativo Usado en la Organización

La Municipalidad cuenta con personal especializado en el apoyo del Llenado de Formularios para la Declaración Jurada que son los especialistas en Tributación. Como lo explicamos anteriormente, ellos se encargan del correcto llenado de formularios para luego ser recepcionado. Cuando los formularios son recepcionados, la información obtenida allí es ingresada al Sistema tal como fue llenada, con códigos, para verificar que el cálculo obtenido en los formularios sea la correcta al estar a la par con el sistema, a la vez, esta información es almacenada en una Base de Datos de Contribuyentes, que posteriormente servirá para determinar el valor anual del impuesto predial y arbitrios según lo declarado, para luego masivamente emitir las cuponeras para la cobranza del impuesto de cada predio.

Como vemos el sistema que tiene la Municipalidad es simplemente de llenado de información, pero que no te permite determinar la clasificación de todos los datos de la construcción, ya que esto se hace de forma manual en los formularios. Es aquí donde nuestro SE de Determinación de Autoavaluo entrara a tallar, ya que este me brindara y facilitara una correcta clasificación de los códigos para llenar en esos formularios, hasta el punto que una persona común como son los contribuyentes puedan utilizarla, facilitándoles el trabajo y evitándoles la pérdida de tiempo innecesaria.

4.3. Una Red Neuronal para la Determinación de Autoavaluo

Escogimos el método de Redes Neuronales Artificiales por ser novedoso y muy útil en el desarrollo de la Base de Conocimientos para los Sistemas Expertos. Y porque las Redes Neuronales presentan características muy ventajosas que las diferencian de otras tecnologías de IA, como son:

- Su capacidad de **aprendizaje** a partir de la experiencia (*entrenamiento*). Normalmente, para la elaboración de un *programa informático* es necesario un *estudio* detallado de la tarea a realizar para después *codificarla* en un lenguaje de programación. Pero, las *redes neuronales* pueden ser *entrenadas* para realizar una determinada tarea sin necesidad de estudiar esta a fondo ni programarla usando un lenguaje de programación. Además; las redes neuronales pueden volver a entrenarse para ajustarse a nuevas necesidades de la tarea que realizan, sin tenerse que rescribir o revisar el código (cosa frecuente en programas tradicionales).
- Su **velocidad** de respuesta una vez concluido el entrenamiento. Se comportan también en este caso de manera similar a como lo hace el cerebro: los seres humanos no necesitamos pensar mucho para identificar un objeto, una palabra,... una vez hemos aprendido a hacerlo.
- Su **robustez**, en el sentido de que el conocimiento adquirido se encuentra repartido por toda la red, de forma que si se lesiona una parte se continúan generando cierto número de respuestas correctas (en este caso también hay cierta analogía con los cerebros parcialmente dañados).

Por todas estas características y porque los otros métodos ya han sido muy usados y estudiados, creímos conveniente en contribuir con la aplicación del método de Redes Neuronales Artificiales en nuestro SE de Determinación de Autoavalo, representándola mediante el uso de Identificación de Patrones.

➤ **Aplicando el Método de Identificación de Patrones al SE.**

Este Método de Identificación de Patrones, será usado para representar la información necesaria en la Base de Conocimiento donde estarán los diferentes valores de las Categorías que tomara un Predio en cuanto a su material de construcción se refiere, siendo sus características especificadas para cada una de ellas con sus respectivos pesos.

A continuación pasaremos a mostrar la Base de Conocimiento General, que será usada por el SE en la elección del valor de cada Categoría, como sigue:

COSTA

BASE DE CONOCIMIENTO:

ESTRUCTURAS:

Muros y Columnas

CATEGORIAS

ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	
	Estructuras laminares curvadas de concreto armado que incluyen en una sola armadura la cimentación y el techo.	1	0	0	0	0	0	0	
	Columnas y vigas de concreto armado y/o metálicas.	0	1	0	0	0	0	0	
	Ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.	0	0	1	0	0	0	0	
	Ladrillo o similar.	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera.	0	0	0	0	1	0	0	
	Adobe, tapial o quincha.	0	0	0	0	0	1	0	
	Pircado con mezcla de barro.	0	0	0	0	0	0	1	

Techos

		CATEGORIAS							
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1
	Losa o aligerado de concreto armado con luces mayores de 6m. o que soporten carros o maquinarias.	1	0	0	0	0	0	0	0
	Aligerados o losas inclinadas de concreto armado.	0	1	0	0	0	0	0	0
	Aligerado o losas de concreto armado horizontales.	0	0	1	0	0	0	0	0
	Calamina metálica o eternit sobre viguería metálica.	0	0	0	1	0	0	0	0
	Madera con material impermeabilizante.	0	0	0	0	1	0	0	0
	Calamina metálica, eternit o tejas sobre viguería de madera corriente.	0	0	0	0	0	1	0	0
	Madera rústica o caña con torta de barro.	0	0	0	0	0	0	1	0
	Sin techo.	0	0	0	0	0	0	0	1
		PESOS							

ACABADOS:

Pisos

CATEGORIAS

		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
ESPECIFICACIONES	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	PESOS
	Mármol importado, terrazo, parquet fino, (olivo, chonta o similar), mayólica decorativa.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mármol nacional o reconstituido, terrazo, parquet fino (olivo, chonta o similar), mayólica decorativa madera fina.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Madera fina machihembrada (pino selecto, caoba o similar).	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Parquet de guayacán, bálsamo, lajas, mayólicas de color, pepelma, loseta veneciana 40x40, gres cerámico.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Parquet de 2da. Loseta veneciana 30x30, lajas de cemento con canto rodado.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Loseta corriente o tipo corcho, canto rodado.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Loseta vinílica, cemento bruñado coloreado.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Cemento pulido, ladrillo corriente, entablado corriente.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Tierra compactada.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin acabados.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Puertas y Ventanas

		CATEGORIAS									PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Aluminio pesado con perfiles especiales madera fina ornamental (caoba, cedro o pino selecto importado), cristales.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aluminio o madera fina (caoba o similar), de diseño especial, vidrio polarizado.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Aluminio o madera fina (caoba o similar), vidrio polarizado gris o similar.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Ventanas de aluminio, puertas de madera selecta, vidrio transparente.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Ventanas de fierro, puertas de madera selecta (caoba o similar), vidrio transparente.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Ventanas de fierro, puertas contraplacadas de madera (cedro o similar), vidrio transparente semidoble o simple.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera corriente.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Rústicas.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin puertas ni ventanas.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Revestimientos

		CATEGORIAS									
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Mármol importado, madera fina (caoba o similar) enchape acústico en techo o similar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mármol nacional, madera fina (caoba o similar) enchapes en techos.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Superficie caravista obtenida mediante encofrado especial, enchape en techos.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Enchape de madera o laminados, piedra o material vitrificado.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Superficie de ladrillo caravista.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Estucado de yeso y/o barro, pintura al temple o agua.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Pintado en ladrillo rústico o similar.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin revestimientos en ladrillo, adobe o similar.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Baños

		CATEGORIAS							
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1
	Baños completos de lujo de color importado con enchape fino (mármol o similar).	1	0	0	0	0	0	0	0
	Baños completos importados de color con mayólicas decorativas.	0	1	0	0	0	0	0	0
	Baños completos nacionales de color, mayólica de color.	0	0	1	0	0	0	0	0
	Baños completos nacionales blancos, con mayólica blanca.	0	0	0	1	0	0	0	0
	Baños con mayólica blanca sin tina.	0	0	0	0	1	0	0	0
	Baños blancos sin tina ni mayólica.	0	0	0	0	0	1	0	0
	Sanitarios básicos de fierro fundido de granito.	0	0	0	0	0	0	1	0
	Sin aparatos sanitarios.	0	0	0	0	0	0	0	1
PESOS									

INSTALACIONES:

Eléctricas y Sanitarias

		CATEGORIAS								PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Aire acondicionado, iluminación especial, agua caliente y fría, intercomunicador, alarmas, parlantes, ascensor (equipo) desagüe por bombeo, grifo contra incendio.	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, ascensor (equipo), teléfono, agua caliente y fría.	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, teléfono, agua caliente y fría.	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono.	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica empotrada.	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica sin empotrar.	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin instalación eléctrica ni sanitaria.	0	0	0	0	0	0	0	1	

SIERRA

BASE DE CONOCIMIENTO :

ESTRUCTURAS:

Muros y Columnas

		CATEGORIAS							PESOS
ESPECIFICACIONES	UMBRAL	A	B	C	D	E	F	G	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	
	Estructuras laminares curvadas de concreto armado que incluyen en una sola armadura la cimentación y el techo (para este caso no se considera los valores del techo).	1	0	0	0	0	0	0	
	Columnas y vigas de concreto armado y/o metálicas.	0	1	0	0	0	0	0	
	Ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.	0	0	1	0	0	0	0	
	Ladrillo sillar o similar.	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera.	0	0	0	0	1	0	0	
	Adobe, tapial o quincha.	0	0	0	0	0	1	0	
	Pircado con mezcla de barro.	0	0	0	0	0	0	1	

Techos

		CATEGORIAS							PESOS
ESPECIFICACIONES	UMBRAL	A	B	C	D	E	F	G	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	
	Losas o aligerados de concreto armado con luces mayores de 6m. o que soporten carros o maquinarias.	1	0	0	0	0	0	0	
	Aligerados o losas inclinadas de concreto armado.	0	1	0	0	0	0	0	
	Aligerado o losas de concreto armado horizontales.	0	0	1	0	0	0	0	
	Calamina metálica o eternit sobre viguería metálica.	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera con material impermeabilizante.	0	0	0	0	1	0	0	
	Calamina metálica, eternit o tejas sobre viguería de madera corriente.	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin techo.	0	0	0	0	0	0	1	

ACABADOS:

Pisos

		CATEGORIAS										PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Mármol importado, terrazo, parquet fino, (olivo, chonta o similar), mayólica decorativa.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mármol nacional o reconstituido, terrazo, parquet fino (olivo, chonta o similar), mayólica decorativa madera fina.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Madera machihembrada (pino selecto, caoba o similar).	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Parquet de guayacán, bálsamo, lascas, mayólicas de color, pepelma, loseta veneciana 40x40, gres cerámico.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Parquet de 2da. Losetas venecianas 30x30, lascas de cemento con canto rodado.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Loseta corriente o tipo corcho, canto rodado.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Loseta vinílica, cemento bruñado coloreado.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Cemento pulido, ladrillo corriente, entablado corriente.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Tierra compactada.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin acabados.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Puertas y Ventanas

		CATEGORIAS									PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Aluminio pesado con perfiles especiales madera fina ornamental (caoba, cedro o pino selecto importado), cristales.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aluminio o madera fina (caoba o similar), de diseño especial, vidrio polarizado.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Aluminio o madera fina (caoba o similar), vidrio polarizado gris o similar.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Ventanas de aluminio, puertas de madera selecta, vidrio transparente.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Ventanas de fierro, puertas de madera selecta (caoba o similar), vidrio transparente.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Ventanas de fierro, puertas contraplacadas de madera (cedro o similar), vidrio transparente semidoble o simple.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera corriente.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Rústicas.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin puertas ni ventanas.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Revestimientos

CATEGORIAS

ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Mármol importado, madera fina (caoba o similar) enchape acústico en techo o similar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mármol nacional, madera fina (caoba o similar) enchapes en techos.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Superficie caravista obtenida mediante encofrado especial, enchape en techos.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Enchape de madera o laminados, piedra o material vitrificado.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Superficie de ladrillo caravista.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Estucado de yeso y/o barro, pintura al temple o agua.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Pintado en ladrillo rústico o similar.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin revestimientos en ladrillo, adobe o similar.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Baños

CATEGORIAS

ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Baños completos de lujo de color importado con enchape fino (mármol o similar).	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Baños completos importados de color con mayólicas decorativas.	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Baños completos nacionales de color, mayólica de color.	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Baños completos nacionales blancos, con mayólica blanca.	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Baños con mayólica blanca sin tina.	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Baños blancos sin tina ni mayólica.	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Sanitarios básicos de fierro fundido de granito.	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin aparatos sanitarios.	0	0	0	0	0	0	0	1	

INSTALACIONES:

Eléctricas y Sanitarias

		CATEGORÍAS								PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Aire acondicionado, iluminación especial, agua caliente y fría, intercomunicador, alarmas, parlantes, ascensor (equipo) desagüe por bombeo, grifo contra incendio.	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, ascensor (equipo), teléfono, agua caliente o fría.	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, teléfono, agua caliente y fría.	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono.	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica empotrada.	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica sin empotrar.	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin instalación eléctrica ni sanitaria.	0	0	0	0	0	0	0	1	

SELVA

BASE DE CONOCIMIENTO :

ESTRUCTURAS:

Muros y Columnas

		CATEGORIAS										PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Estructuras laminares curvadas de concreto armado que incluyen en una sola armadura la cimentación y el techo (para este caso no se consideran los valores del techo).	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Columnas y vigas de concreto armado y/o metálicas.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ladrillo o similar con columnas y vigas de amarre.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Madera selecta tratada sobre pilotaje de madera con base de concreto con muros de madera tipo contraplacada o similar	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Ladrillo o similar.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Madera tratada selecta con base de concreto con muros de madera tipo contraplacada o similar.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Madera corriente	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Adobe o similar.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Madera Rústica	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Caña guayaquil, pona o pintoc.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Techos

		CATEGORIAS							PESOS
ESPECIFICACIONES	UMBRAL	A	B	C	D	E	F	G	
	Losa o aligerado de concreto armado con luces mayores de 6m. o que soporten carros o maquinarias.	1	0	0	0	0	0	0	
	Aligerados o losas de concreto armado.	0	1	0	0	0	0	0	
	Calamina metálica o eternit sobre viguería metálica.	0	0	1	0	0	0	0	
	Madera selecta tratada con material impermeabilizante.	0	0	0	1	0	0	0	
	Calamina metálica, eternit o tejas sobre tijerales de madera.	0	0	0	0	1	0	0	
	Techos de Palma (criznejas).	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin techo.	0	0	0	0	0	0	1	

ACABADOS:

Pisos

		CATEGORIAS										PESOS
ESPECIFICACIONES	UMBRAL	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	Mármol importado, terrazo, parquet fino, (olivo, chonta o similar), mayólica decorativa.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mármol nacional o reconstituido, terrazo, parquet fino (olivo, chonta o similar), mayólica decorativa madera fina.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Madera fina machihembrada (pino selecto, caoba o similar).	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Parquet de guayacán, bálsamo, lajas, mayólicas de color, pepelma, loseta veneciana 40x40, gres cerámico.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Parquet de 2da. Loseta veneciana 30x30, lajas de cemento con canto rodado.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Loseta corriente o tipo corcho, canto rodado.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Loseta vinílica, cemento bruñado coloreado.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Cemento pulido, ladrillo corriente, entablado corriente.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Tierra compactada.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin acabados.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Puertas y Ventanas

		CATEGORIAS									
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Aluminio pesado con perfiles especiales madera fina ornamental (caoba, cedro o pino selecto importado), cristales.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Aluminio o madera fina (caoba o similar), de diseño especial, vidrio polarizado.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Aluminio o madera fina (caoba o similar), vidrio polarizado gris o similar.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Ventanas de aluminio, puertas de madera selecta, vidrio transparente.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Ventanas de fierro, puertas de madera selecta (caoba o similar), vidrio transparente.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Ventanas de fierro, puertas contraplacadas de madera (cedro o similar), vidrio transparente semidoble o simple.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Madera corriente.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Rústicas.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin puertas ni ventanas.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Revestimientos

CATEGORIAS

ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Mármol importado, madera fina (caoba o similar) enchape acústico en techo o similar	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mármol nacional, madera fina (caoba o similar) enchapes en techos.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Superficie caravista obtenida mediante encofrado especial, enchape en techos.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Enchape de madera o laminados, piedra o material vitrificado.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Superficie de ladrillo caravista.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable o barnizado sobre madera.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Estucado de yeso y/o barro, pintura al temple o agua.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Pintado en ladrillo rústico o similar.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin revestimientos en ladrillo, adobe o similar.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Baños

CATEGORIAS

ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	PESOS
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Baños completos de lujo de color importado con enchape fino (mármol o similar).	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Baños completos importados de color con mayólicas decorativas.	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Baños completos nacionales de color, mayólica de color.	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Baños completos nacionales blancos, con mayólica blanca.	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Baños con mayólica blanca sin tina.	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Baños con mayólica sin tina.	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Sanitarios básicos de fierro fundido o granito.	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin aparatos sanitarios.	0	0	0	0	0	0	0	1	

INSTALACIONES:

Eléctricas y Sanitarias

		CATEGORIAS								PESOS
ESPECIFICACIONES		A	B	C	D	E	F	G	H	
	UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Aire acondicionado, iluminación especial, agua potable y fría, intercomunicador, alarmas, parlantes, ascensor (equipo) desagüe por bombeo, grifo contra incendios.	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, ascensor (equipo), teléfono, agua fría.	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, teléfono, agua fría.	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Agua fría, teléfono, agua caliente, corriente trifásica.	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente monofásica empotrada.	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica sin empotrar.	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin instalación eléctrica ni sanitaria.	0	0	0	0	0	0	0	1	

Ejemplo de la Aplicación :

Para ilustrar el uso del método de Identificación de Patrones de las Redes Neuronales, utilizaremos el ejemplo de lo que podría ser la elección de una Categoría en lo que se refiere a las Instalaciones Eléctricas y Sanitarias que tendría un Predio de la Costa.

Base de Conocimiento:

Eléctricas y Sanitarias

		CATEGORIAS								PESOS
ESPECIFICACIONES	UMBRAL	A	B	C	D	E	F	G	H	
	Aire acondicionado, iluminación especial, agua caliente y fría, intercomunicador, alarmas, parlantes, ascensor (equipo) desagüe por bombeo, grifo contra incendio.	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, ascensor (equipo), teléfono, agua caliente y fría.	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Sistema de bombeo del agua potable, teléfono, agua caliente y fría.	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono.	0	0	0	1	0	0	0	0	
	Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica empotrada.	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Agua fría, corriente monofásica sin empotrar.	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Sin instalación eléctrica ni sanitaria.	0	0	0	0	0	0	0	1	

Base de Hecho: Identificar al Contribuyente X, Especificaciones (Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono)

Problema: Que categoría tiene el Contribuyente X.

CATEGORIZANDO

Para Hallar la **Categoría Exacta**, seguiremos el siguiente algoritmo:

Para cada Categoría (columna) realice:

Inicio

SUMA \leftarrow Sume los pesos asociados a las especificaciones X;

Si (SUMA \geq UMBRAL) entonces

Identifique Categoría;

Fin Si

Fin Para

Hallando la Categoría, aplicando el algoritmo anterior en la Base de Conocimiento:

Especificaciones de X : (Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono)

	CATEGORIAS							
	AxW1	BxW2	CxW3	DxW4	ExW5	FxW6	GxW7	HxW8
UMBRAL	1	1	1	1	1	1	1	1
Aire acondicionado, iluminación especial, agua caliente y fría, intercomunicador, alarmas, parlantes, ascensor (equipo) desagüe por bombeo, grifo contra incendio.	1 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0
Sistema de bombeo del agua potable, ascensor (equipo), teléfono, agua caliente y fría.	0 x 0	1 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0
Sistema de bombeo del agua potable, teléfono, agua caliente y fría.	0 x 0	0 x 0	1 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0
Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono.	0 x 1	0 x 1	0 x 1	1 x 1	0 x 1	0 x 1	0 x 1	0 x 1
Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	1 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0
Agua fría, corriente monofásica empotrada.	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	1 x 0	0 x 0	0 x 0
Agua fría, corriente monofásica sin empotrar.	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	1 x 0	0 x 0
Sin instalación eléctrica ni sanitaria.	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	0 x 0	1 x 0
SUMA	0	0	0	1	0	0	0	0

Categoría : Identifica la Categoría **D**.

4.4. Diseño e Implantación de un Sistema Experto para la Determinación de Autoavaluo

4.4.1. Sistema Experto para la Determinación de Autoavaluo

El programa de Determinación de Autoavaluo es un sistema experto de útil aplicación. Se ha diseñado para admitir procesamiento de transacciones (como las entradas de datos, cálculos de porcentajes de depreciación, impuesto, etc.), siendo esta una aplicación de ayuda en el asesoramiento de la Declaración Jurada de un nuevo Predio o su respectiva declaración de modificación.

El objetivo principal del sistema es ayudar y asesorar en la Declaración Jurada de los predios para determinar el Valor del Autoavaluo y el respectivo Impuesto Predial de cada año.

El SE de Determinación de Autoavaluo se puede ejecutar sobre plataformas basadas en Microsoft Windows 9X , Windows Millenium y Windows XP donde pueden instalarse como Sistemas de Escritorio si cuentan con el Software de Base : Power Builder 7.0.

Para una mayor productividad y efectividad se recomienda que el Microcomputador donde se va ejecutar el Sistema Experto tenga un mínimo de 32 Mb de Memoria RAM y 3.2 GB de HD, ya que el uso de Power Builder consume demasiada memoria.

Para una mejor comprensión, nuestro Sistema Experto se presenta por Módulos donde cada uno de ellos tienen una tarea específica:

Módulos Principales :

- Modulo para hallar el Valor del Autoavaluo e Impuesto Predial.
- Modulo para hallar el Valor de la Construcción del predio.
- Modulo para hallar el Valor del Terreno.

Módulos Secundarios :

- Modulo para Calcular el Porcentaje de Depreciación del predio.
- Modulo para hallar el Valor de Otras Instalaciones del predio.

Estos módulos son mostrados en un Menú Principal al momento de accesar al Sistema, teniendo las siguiente opciones:

Hallar

Valor de la Construcción	►	Costa
		Sierra
		Selva
Valor de Otras Instalaciones		
Valor del Terreno		

Valor del Autoavaluo	►	Costa
		Sierra
		Selva

Calcular

Depreciación

Ayuda

Indice

Acerca de...

Salir

Este menú le permitirá acceder a una determinada opción. Una vez elegida la opción aparecerá la respectiva ventana para realizar las acciones del caso. [Para una mayor comprensión se recomienda ver el **ANEXO C**]

Algoritmo Implementado

A continuación le presentamos, el algoritmo que se usa para determinar el Valor del Autoavaluo y el Impuesto Predial, ya que creemos que es importante conocer como se calculan estos:

ALGORITMO_DETERMINACIÓN_DEL_AUTOAVALUO

INICIO

```
Leer ( Datos_Contribuyente )
Leer ( Datos_Predio )
Leer ( Número_Niveles )
Contador_Nivel=1
Total=0
```

MIENTRAS (Contador_Nivel \leq Número_Niveles) hacer

// Este método inicializará las variables

INICIALIZACION

// Datos de la construcción para determinar sus categorías

```
Leer ( Tipo_Muros_Columnas )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Muros_Columnas )
Leer ( Tipo_Techos )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Techos )
Leer ( Tipo_Pisos )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Pisos )
Leer ( Tipo_Puertas_Ventanas )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Puertas_Ventanas )
Leer ( Tipo_Revestimientos )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Revestimientos )
Leer ( Tipo_Baños )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Baños )
Leer ( Tipo_Instalaciones_Electricas_Sanitarias )
Guardar ( Lista_Categoría, Tipo_Instalaciones_Electricas_Sanitarias )
```

// Datos de la construcción para determinar su depreciación

```
Leer ( Tipo_Uso_Predio )
Guardar ( Lista_Depreciación, Tipo_Uso_Predio )
Leer ( Antigüedad )
Guardar ( Lista_Depreciación, Antigüedad )
Leer ( Tipo_Material_Predominante )
Guardar ( Lista_Depreciación, Tipo_Material_Predominante )
Leer ( Estado_Conservación_Predio )
Guardar ( Lista_Depreciación, Estado_Conservación_Predio )
```

CATEGORIZAR (Lista_Categoría)
Valor_Unitario_M2 ← OBTENER_VALOR_UNITARIO_M2

PORCENTAJE_DEPRECIACIÓN (Lista_Depreciación)
Monto_Depreciación ← OBTENER_DEPRECIACIÓN

Valor_Unitario_Depreciado_M2 ← Valor_Unitario_M2 – Monto_Depreciación

// Datos para obtener el Valor del Área Construida

Leer (Metros2_Area_Construida)

Valor_Area_Construida ← Valor_Unitario_Depreciado_M2 * Metros2_Area_Construida

// Datos para obtener el Valor de Áreas Comunes

Leer (Metros2_Area_Común_Construida)

Valor_Area_Común_Construida ←

Valor_Unitario_Depreciado_M2 * Metros2_Area_Común_Construida

// Hallando el Valor Total de la Construcción por Piso

Valor_Construcción ← Valor_Area_Construida + Valor_Area_Común_Construida

// Hallando el Valor General de la Construcción

Total ← Total + Valor_Construcción

// Guardando toda la información obtenida por Piso

Guardar (Lista_Determinación_Autoavaluo; Contador_Nivel, Lista_Categoría,

Lista_Depreciación, Valor_Unitario_M2, Monto_Depreciación,

Valor_Unitario_Depreciado_M2, Valor_Area_Construida,

Valor_Area_Común_Construida, Valor_Construcción)

MOSTRAR (Lista_Determinación_Autoavaluo)

Contador_Nivel ← Contador_Nivel + 1

FIN_MIENTRAS

Valor_Total_Construcción ← Total

// Datos para Hallar el Valor de Otras Instalaciones

Leer (Valor_Otras_Instalaciones)

Guardar (Lista_Otras_Instalaciones; Valor_Otras_Instalaciones)

SI (Lista_Otras_Instalaciones <> Nulo)

Valor_Otras_Instalaciones ← OBTENER_VALOR_OTRAS_INSTALACIONES

FIN_SI

// Datos para Hallar el Valor Total del Terreno

Leer (Metros2_Area_Terreno)

Leer (Metros2_Area_Común_Terreno)

Leer (Valor_Arancel_M2)

Valor_Total_Terreno ←

$(\text{Metros2_Area_Terreno} + \text{Metros2_Area_Común_Terreno}) * \text{Valor_Arancel_M2}$

// Hallando el Valor Final del Autoavaluo

Total_Autoavaluo ←

$\text{Valor_Total_Construcción} + \text{Valor_Otras_Instalaciones} + \text{Valor_Total_Terreno}$

//Resultados Finales del Autoavaluo

MOSTRAR (Valor_Total_Construcción)

MOSTRAR (Valor_Otras_Instalaciones)

MOSTRAR (Valor_Total_Terreno)

MOSTRAR (Total_Autoavaluo)

// Hallando el Porcentaje del Impuesto que corresponde según valor Autoavaluo

SI Total_Autoavaluo>0 Y Total_Autoavaluo<=46,500 ENTONCES

Porcentaje_Impuesto=0,002

FIN SI

SI Total_Autoavaluo>46,500 Y Total_Autoavaluo<=186,000 ENTONCES

Porcentaje_Impuesto=0,006

FIN SI

SI Total_Autoavaluo>186,000 ENTONCES

Porcentaje_Impuesto=0,01

FIN SI

//Hallando el Impuesto Predial Anual

Impuesto_Predial_Anual ← $\text{Total_Autoavaluo} * \text{Porcentaje_Impuesto}$

//Hallando el Impuesto Predial Trimestral

Impuesto_Predial_Trimestral ← $\text{Impuesto_Predial_Anual} / 4$

//Resultados Finales del Impuesto Predial

MOSTRAR (Impuesto_Predial_Anual)

MOSTRAR (Impuesto_Predial_Trimestral)

FIN

4.4.2. Implantación y Prueba

Funcionamiento

El sistema para la determinación de Autoavaluo necesita el ingreso de determinada información relacionada a las características de una Casa-Habitación, toda esta información es almacenada en variables globales, cuyos valores serán posteriormente utilizados tanto para la determinación de categorías (por Redes Neuronales) como para los cálculos secundarios. Una vez obtenidos los resultados auxiliares se pasara a la determinación del valor final del Autoavaluo y el Impuesto Predial.

Para una mayor comprensión del uso del Sistema Experto hemos creído conveniente realizar una "Simulación del Manejo del Sistema Experto" la cual esta descripta al detalle en el **ANEXO C**.

Limitaciones

- En esta 2da Versión del Sistema estamos considerando la clasificación de Casa-Habitación, las otras opciones de clasificación muestran mensajes que aún no han sido implementadas.
- El Valor de la Construcción se encuentra limitado al hallar el valor de un solo piso del predio, esta limitación tendrá que ser superada ya que la mayoría de predios que existen son de 2 pisos.
- En cuanto al valor del Arancel por m2 dependerá de la tasa que cada Municipalidad ponga por sector. Como este sistema puede ser utilizado en diversas regiones del país dicha información no forma parte del mismo; debiendo ser ingresada por el usuario.

Definición de Instancias de Prueba

Para probar el Sistema de Determinación de Autoavaloúo hemos llevado a cabo 10 Experimentos Numéricos.

A continuación presentamos los datos tomados para realizar las pruebas:

1era Prueba – Costa :

A. Terreno

Un área de 112,5 metros cuadrados de terreno con un área construida de 90 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de ladrillo : D
- Techos de madera rústica : G
- Pisos de Cemento pulido : H
- Ventanas y puertas de madera corriente : G
- Revestimiento pintado en ladrillo : H
- Sin Aparatos Sanitarios : H
- Agua fría y corriente monofásica : G

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 31 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Regular.

2da Prueba - Costa :

A. Terreno

Un área de 220 metros cuadrados de terreno con un área construida de 200 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de ladrillo con columnas : C
- Techos aligerados de concreto armado horizontales : C
- Pisos de mayólicas de color : D
- Ventanas de aluminio y puertas de madera selecta : D

- Revestimiento de superficie caravista : C
- Baños completos nacionales de color : C
- Agua fría, agua caliente, corriente monofásica y teléfono : E

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 25 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Regular.

3ra Prueba - Costa :

A. Terreno

Terreno sin construir, con un área de 220 metros cuadrados.

4ta Prueba - Costa :

A. Terreno

Un área de 600 metros cuadrados de terreno con un área construida de 500 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de ladrillo con columnas : C
- Techos de losas inclinadas de concreto armado : B
- Pisos de madera fina machihembrada : C
- Ventanas de aluminio y puertas de madera fina : B
- Revestimiento de madera fina : B
- Baños completos importados de color : B
- Sistema de Bombeo de agua potable, ascensor, agua fría y caliente y teléfono : B

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 10 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Bueno.

5ta Prueba - Sierra :

A. Terreno

Un área de 1000 metros cuadrados de terreno con un área construida de 90 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de adobe : F
- Techos de Calamina : F
- Pisos de tierra compacta : I
- Ventanas rústicas : H
- Sin tarrajeo : I
- Sanitarios básicos : G
- Agua fría, corriente monofásica sin empotrar : G

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 35 años, el material usado para su construcción es Adobe y su estado de conservación es calificado como Regular.

6ta Prueba - Sierra :**A. Terreno**

Un área de 115,20 metros cuadrados de terreno con un área construida de 20 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de Madera : E
- Techos de Eternit : D
- Pisos de cemento pulido : H
- Ventanas de madera corriente : G
- Sin revestimiento : I
- Sin baño : H
- Agua fría y corriente eléctrica : G

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 5 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Bueno.

7ma Prueba - Sierra :**A. Terreno**

Un área de 200 metros cuadrados de terreno con un área construida de 180 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de ladrillo con columnas : C
- Techos de losas inclinadas de concreto armado : B
- Pisos de cemento coloreado : G
- Ventanas de fierro y puertas de madera : F
- Revestimiento tarrajado : F
- Baños completos nacionales de color : C
- Agua fría, agua caliente, corriente monofásica y teléfono : E

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 25 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Bueno.

8va Prueba - Selva :**A. Terreno**

Un área de 112,50 metros cuadrados de terreno con un área construida de 90 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de ladrillo con columnas : C
- Techos de concreto armado : B
- Parquet de Guayacán : D
- Ventanas de vidrio polarizado y puertas de madera fina : C
- Revestimiento de ladrillo caravista : E
- Baños completos de color nacionales : C
- Agua fría, corriente trifásica y teléfono : D

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 30 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Regular.

9na Prueba -Selva :**A. Terreno**

Un área de 112,50 metros cuadrados de terreno con un área construida de 100 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de madera corriente : G
- Techos de calamina metálica : E
- Pisos de cemento pulido : H
- Ventanas y puertas de madera corriente : G
- Revestimiento barnizado : F
- Sanitarios Básicos : G
- Agua fría, corriente monofásica sin empotrar : G

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 30 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Bueno.

10ma Prueba -Selva :**A. Terreno**

Un área de 140 metros cuadrados de terreno con un área construida de 100 metros cuadrados.

B. Edificación

- Construcción de madera rústica: I
- Techos de palmas : F
- Pisos sin acabado : J
- Ventanas y puertas rusticas : H
- Sin revestimiento : I
- Sin baño : H
- Agua fría y corriente eléctrica : G

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 15 años, el material usado para su construcción es Madera y su estado de conservación es calificado como Bueno.

Resultados Numéricos

Los resultados obtenidos con las instancias de prueba mencionados anteriormente, se expresan en las siguiente tablas :

VALOR DE LA CONSTRUCCIÓN

# ITERACIÓN	# PISO	CATEGORIAS	VALOR UNIT. POR M2 (\$/.)	% DE DEPREC.	DEPREC. (\$/.)	VALOR UNIT. DEPREC. (\$/.)	AREA CONSTR. (M2)	VALOR AREA CONSTR. (\$/.)	VALOR AREA COMUN. (\$/.)	VALOR DE CONSTRUC. (\$/.)
1	01	DGHGHHG	221.03	38	83.99	137.04	90	12,333.60	0,00	12,333.60
2	01	CCDDCCE	466.62	32	149.32	317.30	200	63,460.00	0,00	63,460.00
3	01	T E R R E N O S I N C O N S T R U I R								
4	01	CBCBBBB	628.51	11	69.14	559.37	500	297,685.00	0,00	297,685.00
5	01	FFIHIGG	191.75	60	115.05	76.70	90	6,903.00	0,00	6,903.00
6	01	EDHGIHG	272.76	15	39.41	223.35	20	4,467.00	0,00	4,467.00
7	01	CBGFFCE	461.81	20	92.36	369.45	180	66,501.00	0,00	66,501.00
8	01	CBDCECD	660.62	35	231.22	429.40	90	38,646.00	0,00	38,646.00
9	01	GEHGF GG	252.65	40	101.06	151.59	100	15,159.00	0,00	15,159.00
10	01	IFJHIHG	124.13	25	31.03	93.10	100	9,310.00	0,00	9,310.00

DEPRECIACIÓN

# ITER.	CLASIFICACION	MATERIAL ESTRUCT. PREDOMINANTE	ESTADO DE CONSERVACIÓN.	ANTIGÜEDA D (AÑOS)	% DE DEPREC.
1	Casa-Habitación	Ladrillo	Regular	31	38%
2	Casa-Habitación	Ladrillo	Regular	25	32%
3	TERRENO SIN CONSTRUIR				
4	Casa-Habitación	Ladrillo	Bueno	10	11%
5	Casa-Habitación	Adobe	Regular	35	60%
6	Casa-Habitación	Madera	Bueno	5	15%
7	Casa-Habitación	Ladrillo	Bueno	25	20%
8	Casa-Habitación	Ladrillo	Regular	30	35%
9	Casa-Habitación	Madera	Bueno	30	40%
10	Casa-Habitación	Madera	Bueno	15	25%

VALOR DEL TERRENO

# ITERACION	AREA DEL TERRENO (M2)	VALOR ARANCEL (\$/.)	VALOR TOTAL DEL TERRENO (\$/.)
1	112.50	86.00	9,675.00
2	220.00	86.00	18,480.00
3	220.00	94.00	20,680.00
4	600.00	102.00	61,200.00
5	100.00	59.00	5,900.00
6	115.20	18.00	2,073.60
7	200.00	94.00	18,800.00
8	112.50	86.00	9,675.00
9	112.50	86.00	9,675.00
10	140.00	94.00	13,160.00

TOTAL AUTOAVALUO

# ITERACION	VALOR CONSTRUC. (S/.)	VALOR OTRAS INSTALACS. (S/.)	VALOR TOTAL DEL TERRENO (S/.)	AUTOAVALUO (S/.)
1	12,333.60	0.00	9,675.00	22,008.60
2	63,460.00	0.00	18,480.00	81,940.00
3	0.00	0.00	20,680.00	20,680.00
4	297,685.00	0.00	61,200.00	340,885.00
5	6,903.00	0.00	5,900.00	12,803.00
6	4,467.00	0.00	2,073.60	6,540.600
7	66,501.00	0.00	18,800.00	85,301.00
8	38,646.00	0.00	9,675.00	48,321.00
9	15,159.00	0.00	9,675.00	24,834.00
10	9,310.00	0.00	13,160.00	22,470.00

Análisis de Resultados

Para poder realizar un óptimo análisis de los resultados, creímos conveniente hacer una **Comparación** entre los Resultados obtenidos por el **Sistema** y los resultados obtenidos en forma **Manual**.

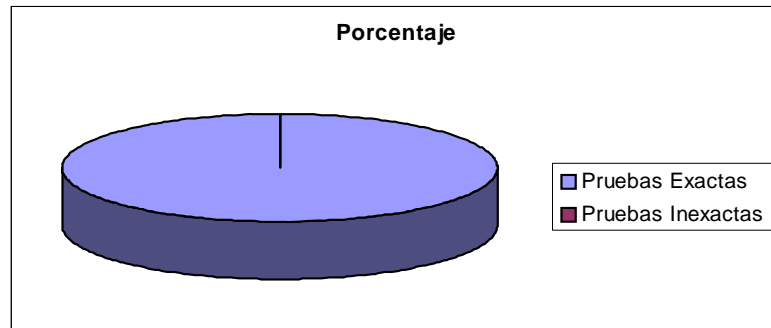
# Iteración	Resultados Finales obtenidos en el " Sistema " (S/.)	Resultados obtenidos " Manualmente " (S/.)
01	22,008.60	22,008.60
02	81,940.00	81,940.00
03	20,680.00	20,680.00
04	340,885.00	340,885.00
05	12,803.00	12,803.00
06	6,540.600	6,540.600
07	85,301.00	85,301.00
08	48,321.00	48,321.00
09	24,834.00	24,834.00
10	22,470.00	22,470.00

Tabla de Comparación: RESULTADOS DEL SISTEMA vs. METODO MANUAL

Observaciones :

- ❖ De lo anterior podemos deducir que el sistema puede ser considerado como **OPTIMO** debido a que el 100% de los resultados de las pruebas realizadas fueron exactos si los comparamos con los resultados obtenidos de forma manual. (ver Tabla y Gráfico siguiente).

	Números de pruebas	Porcentaje
Pruebas Exactas	10	100%
Pruebas Inexactas	0	0%
Total de Pruebas	10	100%



- ❖ El Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo es un SISTEMA OPTIMO porque cumple con la norma de "0" Defectos, ya que presenta un porcentaje de Pruebas Inexactas igual a 0%.

CONCLUSIONES

1. La solución del problema para Determinar el Autoavaluo, es efectiva al ser desarrollada como un Sistema Experto, ya que se prescinde del especialista en el campo Tributario para realizar una correcta declaración en el llenado de los formularios HR y PU, donde se debe ingresar toda la información referente al predio.
2. El sistema desarrollado puede evaluar las entradas de información u observaciones de datos reales tomados de algunos predios de manera eficaz y con cierta certeza en comparación con una persona experta en tributación.
3. Si el sistema experto es usado, puede mejorar la performance del sistema tributario de una municipalidad, ya que el modulo correspondiente a rentas requiere del ingreso de información acerca de los predios, recogida en formularios, que muchas veces pueden originar errores ocasionales e inconscientes que afectan tanto al contribuyente (pagando un impuesto en exceso) como a la Municipalidad (cobrando un impuesto menor al real).
4. La metodología utilizada en el desarrollo de este sistema fue la de las Redes Neuronales Artificiales. El estudio de esta moderna tecnología fue muy interesante e instructivo, pero durante la implementación de dicho sistema nos dimos cuenta de que era un método mucho más complicado de lo que parecía.
5. Después de haber realizado el proceso de Validación de los resultados del sistema, concluimos que el sistema desarrollado para la determinación de autoavaluo no presenta rango de error, lo que nos lleva a calificar al Sistema como Óptimo.

6. Todo el estudio teórico-practico relacionado a los sistemas expertos, al análisis tributario y a las redes neuronales artificiales nos ha servido para profundizar nuestros conocimientos de estos temas, y a la vez nos incentiva a tener mayor interés en el desarrollo de proyectos de investigación, que nos servirán como base durante toda nuestra carrera profesional.

RECOMENDACIONES

1. Este sistema sólo determina el autoavaluo de casas-habitaciones, por ese motivo se recomienda que se continúe con el desarrollo de las otras clases de construcción que existen, tales como: Tienda-Depósito, Edificio o Predio en Edificio y Clínica-Hospital-Industrial.
2. El sistema desarrollado sólo halla el valor de la construcción para predios de un solo piso. Para superar esta limitación será necesario seguir con el desarrollo de este modulo, ya que la mayoría de predios a nivel nacional así lo requieren.
3. Cuando el sistema sea implantado en una determinada Municipalidad, se recomienda implementar como parte de él, la tabla de valores arancelarios de ese distrito con el fin de facilitar y mejorar su uso dentro de la organización.
4. Se recomienda implantar un Modulo de Información del Contribuyente, que se encargue del proceso y almacenamiento de todos los datos personales del mismo. Esto facilitara la generación de reportes y una adecuada actualización de datos en el momento oportuno.
5. El uso de una Base de Datos que almacene todos los valores unitarios de edificaciones para cada región, facilitará el trabajo de actualizar dichos valores para cada ejercicio, sin tener que modificar el sistema.

GLOSARIO

1. **Autoavaluo.** El autoavaluo se obtiene aplicando los aranceles y precios unitarios de construcción que formula el Consejo Nacional de Tasaciones y aprueba el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción
2. **Axón.** El axón suele ser una prolongación única y alargada, muy importante en la transmisión de los impulsos desde la región del cuerpo neuronal hasta otras células. Un axón lleva la salida de la neurona a las dendritas de otras neuronas.
3. **Cerebro.** Sistema de datos de múltiple propósito capaz de tratar gran cantidad de información en poco tiempo pero no necesariamente con exactitud.
4. **Computadores.** Sistemas altamente especializados con capacidad para procesar información muy concreta, siguiendo unas instrucciones dadas.
5. **Dendritas.** Las dendritas reciben los impulsos procedentes de otras neuronas. Las excepciones son las neuronas sensitivas, como las que transmiten información sobre la temperatura o el tacto, en las que la señal es generada por receptores cutáneos especializados.
6. **Identificación de Patrones.** Consiste en identificar a que patrón corresponde un conjunto de características dadas.

7. **Impuesto Predial.** Es el Impuesto cuya recaudación, administración y fiscalización corresponde a la Municipalidad Distrital donde se ubica el predio. Este tributo grava el valor de los predios urbanos y rústicos, en base a su autoavaluo.
8. **Inteligencia Artificial.** La IA es la disciplina científica y técnica que se ocupa del estudio de las ideas que permiten ser inteligentes a los ordenadores.
9. **Neurona.** La neurona es una célula de gran longitud formada por un área central engrosada que contiene el núcleo, una prolongación larga llamada axón, y unas prolongaciones arborescentes más cortas llamadas dendritas.
10. **Neurona Artificial.** Es un dispositivo eléctrico que responde a señales eléctricas. La respuesta la produce el circuito activo o función de transferencia que forma parte del cuerpo de la neurona.
11. **Redes Neuronales.** Las redes neuronales también llamadas **redes de neuronas artificiales**, son **modelos** bastante simplificados de las redes de neuronas que forman el cerebro. Y, al igual que este, intentan **aprender** a partir de los **datos** que se le suministran.
12. **Sinapsis.** la sinapsis es el proceso de unión de neuronas.
13. **Sistema.** se refiere a cualquier colección o combinación de programas, procedimientos, datos y equipamiento utilizado en el procesamiento de información por ejemplo: un sistema de contabilidad, un sistema de facturación o un sistema de gestión de base de datos.
14. **Sistema Experto.** Tipo de programa de aplicación informática que adopta decisiones o resuelve problemas de un determinado campo, como las finanzas o la medicina, utilizando los conocimientos y las reglas analíticas definidas por los expertos en dicho campo.
15. **Soma.** Es el cuerpo de la Neurona.

ANEXOS

ANEXO A : TABLA DE DEPRECIACIÓN

[Tabla aprobada mediante Resolución Ministerial N° 469-99-MTC/15.04]

(Por antigüedad y estado de conservación, según el material estructural predominante)

Antigüedad (Años)	Material Estructural Predominante	Casa - Habitación			
		ESTADO DE CONSERVACIÓN			
		Muy Bueno %	Bueno %	Regular %	Malo %
Hasta 5 años	Concreto	0	5	10	55
	Ladrillo	0	8	20	60
	Adobe	5	15	30	65
Hasta 10 años	Concreto	0	5	10	55
	Ladrillo	3	11	23	63
	Adobe	10	20	35	70
Hasta 15 años	Concreto	3	8	13	58
	Ladrillo	6	14	26	66
	Adobe	15	25	40	75
Hasta 20 años	Concreto	6	11	16	61
	Ladrillo	9	17	29	69
	Adobe	20	30	45	80
Hasta 25 años	Concreto	9	14	19	64
	Ladrillo	12	20	32	72
	Adobe	25	35	50	85
Hasta 30 años	Concreto	12	17	22	67
	Ladrillo	15	23	35	75
	Adobe	30	40	55	90
Hasta 35 años	Concreto	15	20	25	70
	Ladrillo	18	26	38	78
	Adobe	35	45	60	90
Hasta 40 años	Concreto	18	23	28	73
	Ladrillo	21	29	41	81
	Adobe	40	50	65	90
Hasta 45 años	Concreto	21	26	31	76
	Ladrillo	24	32	44	84
	Adobe	45	55	70	90
Hasta 50 años	Concreto	24	29	34	79
	Ladrillo	27	35	47	87
	Adobe	50	60	75	90
Más de 50 años	Concreto	27	32	37	82
	Ladrillo	30	38	50	90
	Adobe	55	65	80	90

ANEXO B : CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES PARA LA COSTA

[Tabla aprobada mediante R.M. N° 484-2000-MTC/15.04 – (Montos en Nuevos Soles)]

CATEGORIA	ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES
	MUROS Y COLUMNAS	TECHOS	PISOS	PUERTAS Y VENTANAS	REVESTIMIENTOS	BAÑOS	ELECTRICAS Y SANITARIAS
A	348.23	125.51	85.87	141.48	133.08	34.28	153.05
B	183.14	91.45	55.58	115.05	102.36	28.16	89.11
C	157.10	70.08	45.28	78.99	83.76	20.68	47.85
D	139.36	57.22	38.61	65.66	58.17	13.57	38.35
E	123.10	44.08	26.87	53.74	52.41	10.71	30.73
F	97.26	33.95	16.92	32.57	41.29	7.83	24.61
G	45.10	26.16	13.72	15.81	34.20	5.80	19.73
H	.-	0.00	11.15	6.85	8.82	0.00	0.00
I	.-	.-	2.53	0.00	0.00	.-	.-
J	.-	.-	0.00	.-	.-	.-	.-

En Edificios aumentar el valor por M2 en 5% a partir del 5to piso.

El Valor Unitario por M2 para una edificación determinada, se obtiene sumando los valores seleccionados de cada una de las 7 columnas del cuadro, de acuerdo a sus características predominantes.

Este cuadro se aplicará a las localidades ubicadas en el territorio sobre la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes y limitando: al Norte por la frontera con el Ecuador, al Sur por la frontera con Chile; al Oeste por la Línea de Baja Marea del Litoral; y al Este por una línea que sigue aproximadamente, la curva del nivel de 2,000 m.s.n.m.

CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES PARA LA SIERRA

[Tabla aprobada mediante R.M. N° 678-97-MTC/15.04 – (Montos en Nuevos Soles)]

CATEGORIA	ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES
	MUROS Y COLUMNAS	TECHOS	PISOS	PUERTAS Y VENTANAS	REVESTIMIENTOS	BAÑOS	ELECTRICAS Y SANITARIAS
A	381.46	169.00	94.09	154.99	145.75	37.55	167.68
B	200.63	137.50	60.88	126.02	112.12	30.86	97.62
C	172.09	100.18	49.62	86.53	91.75	22.65	52.40
D	152.66	76.79	42.27	71.92	63.69	14.83	42.01
E	134.85	62.68	29.43	58.88	57.38	11.72	33.66
F	106.55	48.30	18.54	35.67	45.21	8.57	26.97
G	48.90	0.00	15.03	17.31	37.48	6.36	21.59
H	.-	.-	12.22	7.52	9.63	0.00	0.00
I	.-	.-	1.43	0.00	0.00	.-	.-
J	.-	.-	0.00	.-	.-	.-	.-

En Edificios aumentar el valor por M2 en 5% a partir del 5to piso.

El Valor Unitario por M2 para una edificación determinada, se obtiene sumando los valores seleccionados de cada una de las 7 columnas del cuadro, de acuerdo a sus características predominantes.

Este cuadro se aplicará a las localidades ubicadas en la Faja Longitudinal del Territorio limitada al Norte por la frontera con el Ecuador; al Sur por la frontera con Chile y Bolivia; al Oeste por la curva de nivel 2,000 m.s.n.m. que la separa de la costa Este, por una curva de nivel que la separa de la Selva, que partiendo de la frontera con el Ecuador continúa hasta su confluencia con el río Nova, afluente del San Alejandro, en donde asciende hasta la cota 2,000 y continúa por ésta hacia el Sur hasta su confluencia con el río Sanabeni, afluente del Ene, de este punto baja hasta la cota 1,500 por la que continúa hasta la frontera con Bolivia.

CUADRO DE VALORES UNITARIOS OFICIALES DE EDIFICACIONES PARA LA SELVA

[Tabla aprobada mediante R.M. N° 678-97-MTC/15.04 – (Montos en Nuevos Soles)]

CATEGORIA	ESTRUCTURAS		ACABADOS				INSTALACIONES
	MUROS Y COLUMNAS	TECHOS	PISOS	PUERTAS Y VENTANAS	REVESTIMIENTOS	BAÑOS	ELECTRICAS Y SANITARIAS
A	449.66	209.08	110.90	182.72	171.84	44.27	197.67
B	236.22	162.07	71.78	148.54	132.16	36.37	115.04
C	202.86	118.11	58.49	101.99	108.15	26.69	61.79
D	181.20	90.51	49.86	84.79	75.09	17.50	49.50
E	158.97	73.90	34.70	69.42	67.65	13.83	39.69
F	124.49	56.92	21.85	42.05	53.32	10.12	31.77
G	57.63	0.00	17.73	20.42	44.17	7.51	25.47
H	49.01	.-	14.40	8.88	11.40	0.00	0.00
I	32.86	.-	3.26	0.00	0.00	.-	.-
J	16.24	.-	0.00	.-	.-	.-	.-

En Edificios aumentar el valor por M2 en 5% a partir del 5to piso.

El Valor Unitario por M2 para una edificación determinada, se obtiene sumando los valores seleccionados de cada una de las 7 columnas del cuadro, de acuerdo a sus características predominantes.

Este cuadro se aplicará a las localidades ubicadas en el Territorio comprendido entre los límites con el Ecuador, Colombia, Brasil y Bolivia y la curva de nivel de 1,500 m.s.n.m. de la vertiente oriental de los Andes, que partiendo de la frontera con el Ecuador continúa hasta su confluencia con el río Nova, afluente del San Alejandro en donde asciende hasta la Cota 2,000, continúa por ésta hacia el Sur hasta su confluencia con el río Sanabeni, afluente del Ene, de este punto baja hasta la Cota 1,500 por la que continúa hasta la frontera con Bolivia.

ANEXO C : SIMULACIÓN DEL MANEJO DEL SISTEMA EXPERTO

Creemos conveniente que para un mejor conocimiento del manejo del Sistema Experto de Determinación de Autoavaluo, es necesario mostrar una Simulación de este, para que el usuario vea y aprenda como debe ser el debido y adecuado uso y manejo del Sistema Experto.

Para esta simulación hemos tomado todos los datos que empleamos en la 1era Prueba anteriormente mostrada, que son:

A. Terreno

Un área de 112,5 metros cuadrados de terreno con un área construida de 90 metros cuadrados. El predio esta ubicado en la región Costa.

B. Edificación

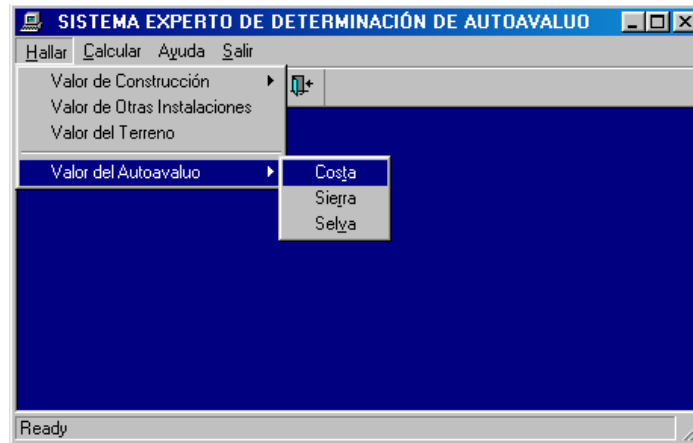
- Construcción de ladrillo : D
- Techos de madera rústica : G
- Pisos de Cemento pulido : H
- Ventanas y puertas de madera corriente : G
- Revestimiento pintado en ladrillo : H
- Sin Aparatos Sanitarios : H
- Agua fría y corriente monofásica : G

C. Depreciación

La Casa-Habitación tiene una antigüedad de 31 años, el material usado para su construcción es Ladrillo y su estado de conservación es calificado como Regular.

Ya teniendo todos los datos, pasaremos a explicar detalladamente cuales son los pasos que se deben seguir para el manejo adecuado del sistema :

1er Paso: Cuando el usuario ingresa al Sistema, se encontrará con un menú principal donde el usuario deberá elegir la opción : Hallar / Valor del Autoavaluo / Costa.



Presentándose la siguiente pantalla:

A screenshot of a Windows-style application window titled "Hallando el Valor Final del Autoavaluo para la Costa". The window has a light blue background. It contains three rows of input fields and buttons. The first row is labeled "Valor de la Construcción : S/." followed by a text input field and a button labeled "1º Cálculo...". The second row is labeled "Valor de Otras Instalaciones : S/." followed by a text input field and a button labeled "2º Cálculo..". The third row is labeled "Valor Total del Terreno : S/." followed by a text input field and a button labeled "3º Cálculo...". To the right of the "3º Cálculo..." button is a larger button labeled "Autoavaluo". A horizontal line separates the input section from the rest of the window, which is mostly empty.

En esta pantalla el usuario deberá presionar el primer botón: 1º Calculo... que hará que aparezca la ventana que le permitirá hallar el Valor de la Construcción.

2do Paso : Estando en la ventana para Hallar el Valor de la Construcción el usuario deberá elegir el Número de Piso que evaluará, deberá ingresar el área construida del predio, deberá elegir una determinada característica para cada edificación (presionando el botón Xº Elección...) que le permitirá identificar la respectiva categoría que tiene la característica seleccionada. Si el usuario esta

conforme con las categorías elegidas presionará el botón: Aceptar. En caso contrario podrá hacer las correcciones deseadas para luego presionar el botón: Aceptar.

Hallando el Valor de la Construcción para la Costa

Número de Piso : 1er Piso El área construida es : 90 m2

Determine Categorías

Categoría	Selección	Botón
Muros y Columnas :	D	1º Elección...
Techos :	G	2º Elección...
Pisos :	H	3º Elección...
Puertas y Ventanas :	G	4º Elección...
Revestimientos :	H	5º Elección...
Baños :	H	6º Elección...
Instalac. Elect. y Sanit. :	G	7º Elección...

Determine Porcentaje de Depreciación

% de Depreciación : % **Cálcular..**

Aceptar

Seleccione una Opción -- Instalac. Elect. y Sanit. :

- ☐ 1) Aire acondicionado, iluminación especial, agua caliente y fría, intercomunicador, alarmas, parlantes, ascensor (equipo), desagüe por bombeo, grifo contra incendios.
- ☐ 2) Sistema de bombeo del agua potable, ascensor (equipo), teléfono, agua caliente y fría.
- ☐ 3) Sistema de bombeo del agua potable, teléfono, agua caliente y fría.
- ☐ 4) Agua fría, agua caliente, corriente trifásica, teléfono.
- ☐ 5) Agua fría, agua caliente, corriente monofásica, teléfono.
- ☐ 6) Agua fría, corriente monofásica empotrada.
- ☒ 7) Agua fría, corriente monofásica sin empotrar.
- ☐ 8) Sin instalación eléctrica ni sanitaria.

Aceptar

Después de haber elegido todas las categorías del caso pasará a determinar el Porcentaje de Depreciación de su predio presionando del botón: Cálcular...

Cuando el usuario presione el botón: Cálcular... , aparecerá la siguiente ventana, donde deberá seleccionar las 4 opciones que se le piden: Uso del Predio, Material Predominante, Estado de Conservación y Antigüedad del predio, para finalmente obtener el Porcentaje de Depreciación con tal solo presionar el botón: Depreciación.

Calculando la Depreciación

Clasificación del Predio : Casa-Habitación

Material Estructural Predominante : Ladrillo

Estado de Conservación : Regular

Antigüedad de la Construcción : Hasta 35 años **Depreciación**

Porcentaje de Depreciación : 38 %

Nuevo

Aceptar y Salir

Cuando el usuario haya calculado el porcentaje de depreciación de su predio y esta de acuerdo con este deberá seleccionar el botón: Aceptar y Salir para volver a la ventana anterior y seguir ingresando todos los datos respectivos para Hallar el Valor de la Construcción del predio, en caso contrario podrá volver a hallar el porcentaje con tan solo presionar el botón: Nuevo y luego Aceptar y Salir.

3er Paso : Siguiendo con el cálculo, el usuario deberá Ingresar el Valor aproximado de Áreas Comunes en caso existiera, caso contrario ingresara el valor de "0".

Una vez llenado correctamente todos los datos y el usuario esta conforme con lo declarado, él deberá presionar el botón: Reporte donde aparecerá la siguiente ventana con el Valor de la Construcción hallada, en caso contrario podrá volver a declarar todos los datos presionando el botón: Nuevo ó podrá salir de la ventana con el botón: Salir.

Reporte del Valor de la Construcción									
Nº Piso	Categorías	Valor Unitario por M2 S/.	% de Deprec.	Deprec. S/.	Valor Unitario Deprec. S/.	Area Constr. (m2)	Valor Area Constr. S/.	Valor Areas Comun. S/.	Valor de la Constr. S/.
01	DGHGHHG	221.03	38	83.99	137.04	90.00	12333.60	0.00	12333.60
<div> Valor de la Construcción : S/. 12333.60 <div>Aceptar y Salir</div> </div>									

Si el usuario presiono el botón: Reporte deberá presionar el botón: Aceptar y Salir para volver a la ventana inicial teniendo ya el primer valor calculado.

The screenshot shows a software window titled "Hallando el Valor Final del Autoavaluo para la Costa". It contains three input fields with labels: "Valor de la Construcción : S/." with the value "12333.60", "Valor de Otras Instalaciones : S/." with the value "0.00", and "Valor Total del Terreno : S/." with the value "0.00". To the right of each input field is a button: "1º Cálculo..." for the first field, "2º Cálculo.." for the second, and "3º Cálculo..." for the third. A fourth button labeled "Autoavaluo" is positioned to the right of the third input field. The window has a standard Windows-style title bar with minimize, maximize, and close buttons.

4to Paso : Estando en la ventana inicial el usuario pasará a hallar el Valor de Otras Instalaciones presionando el segundo botón: 2º Cálculo... apareciendo la siguiente ventana donde el usuario deberá ingresar el Valor Aproximado que se le pide. Una vez ingresado el valor y si el usuario esta conforme con este deberá presionar el botón: Aceptar y Salir para volver a la ventana inicial teniendo ya el segundo valor calculado, caso contrario presionará el botón: Nuevo para volver a ingresar el valor pedido y luego Aceptar y Salir.

The screenshot shows a software window titled "Hallando el Valor Estimado de Otras Instalaciones". It features a label "Valor Estimado de Otras Instalaciones : S/." followed by an input field containing "0.00". Below this label is a smaller text line: "(Piscina, Campos de Deporte, Inst. Industriales, de Servicio, Cercos, etc.)". To the right of the input field are two buttons: "Nuevo" and "Aceptar y Salir". The window has a standard Windows-style title bar.

5to Paso : De nuevo en la ventana inicial el usuario pasará a hallar el Valor del Terreno presionando el tercer botón: 3º Cálculo... que hará que aparezca la ventana para Hallar el Valor del Terreno del predio. En esta ventana el usuario deberá ingresar los 2 datos que se le piden: el Área del Terreno en m2 y el Valor del Arancel (este valor depende del sector donde esta ubicado el predio en el

distrito, y es fijado por la municipalidad correspondiente). Si el usuario ingreso los datos correctos y esta de acuerdo con estos pasará a presionar el botón: Calcular y habrá hallado el Valor Total del Terreno.

Hallando el Valor Total del Terreno

Area del Terreno : m2

Valor del Arancel : S/.

Area del Terreno m2	Valor Arancel S/.	Valor Total del Terreno S/.
<input type="text" value="112.50"/>	<input type="text" value="86.00"/>	<input type="text" value="9675.00"/>

Una vez hallado el Valor del Terreno y si el usuario esta de acuerdo con este deberá presionar el botón: Aceptar y Salir, caso contrario podrá presionar el botón: Nuevo para volver a llenar los datos y luego Calcular para hallar el nuevo valor para finalmente presionar el botón: Aceptar y Salir y volver a la ventana inicial con el Valor del Terreno conforme ya hallado.

Hallando el Valor Final del Autoavaluo para la Costa

Valor de la Construcción : S/.

Valor de Otras Instalaciones : S/.

Valor Total del Terreno : S/.

6to Paso : Una vez que se tienen los 3 valores hallados: Valor de la Construcción, el Valor de Otras Instalaciones y el Valor del Terreno, y si el usuario esta conforme con estos bastará que presione el botón: Autoavaluo para mostrarse el Valor Total del Autoavaluo deseado.

Si el usuario desea saber el Valor del Impuesto Predial a pagar en el presente año, solo deberá presionar el botón: Impuesto para que este le sea hallado y mostrado.

En Unidad Impositiva Tributaria	En Soles (UIT = S/. 3,100.00)	Tasa (%)	Tramos	Impuesto
Hasta 15 U.I.T.	Hasta 46,500.00	0.2	22008.60	44.02

Total Tramo(s) (S/.): 22008.60

Impuesto Predial Anual (S/.): 44.02

Impuesto Predial Trimestral (S/.): 11.00

Nuevo Salir

Una vez determinado el Valor del Impuesto Predial tanto Anual como Trimestral, el usuario podrá salir del sistema si lo desea con el botón: Salir, ó podrá volver a calcular un nuevo Autoavaluo e Impuesto de un predio con tan solo presionar el botón: Nuevo, el cual le permitirá volver a realizar todos los pasos anteriores ya mencionados.

ANEXO D : TABLA DE VALORES ARANCELARIOS

VALORES ARANCELARIOS			
ARANCEL	2002	ARANCEL	2002
1091	511.00	76	36.00
1000	468.00	70	32.00
909	425.00	65	31.00
818	383.00	60	29.00
764	358.00	55	27.00
709	332.00	51	23.00
655	307.00	47	21.00
600	281.00	44	20.00
545	255.00	40	18.00
509	239.00	36	16.00
473	221.00	33	15.00
436	204.00	31	14.00
400	188.00	29	13.00
364	170.00	27	12.00
327	153.00	25	11.00
309	145.00	24	11.00
291	137.00	22	10.00
273	128.00	20	9.00
255	119.00	18	8.00
236	110.00	16	7.00
218	102.00	15	7.00
200	94.00	13	6.00
182	86.00	12	5.00
164	77.00	11	5.00
145	67.00	10	5.00
127	59.00	9	4.00
118	55.00	8	4.00
109	51.00	7	3.00
100	47.00	6	3.00
91	43.00	5	2.00
82	39.00		
AÑO 2002	FACTOR 0.2 %		

BIBLIOGRAFIA

- [HSA 1993] HUAMAN SILVA, ANA ROSA : *"Métodos de Representación del Conocimiento de Sistemas Expertos"*.
Tesis, UNMSM - Matemáticas, Lima, 1993.
- [PCL 1998] PRO CONCEPCIÓN, LUZMILA ELISA : *"Representación del Conocimiento para Sistemas Expertos en configuración de redes locales"*.
Tesis, UNMSM - Matemáticas, Lima, 1998.
- [A&C 1986] ALTY, J. L. y COMBS, M. J. : *"Sistemas Expertos: Conceptos y Ejemplos"*.
Díaz de Santos S.A., Madrid, 1986.
- [CBM 2002] CABALLERO BUSTAMANTE : *"Manual Tributario 2002"*.
Estudio Caballero Bustamante, Lima-Perú, 2002.
- [FRI 1989] FROST, RICHARD : *"Sistemas Expertos, Ingeniería del Conocimiento"*.
Díaz de Santos S.A., Madrid, 1989.
- [HTI 1986] HARTNELL, TIM : *"Sistemas Expertos: Introducción al Diseño y Aplicaciones"*.
Anaya Multimedia, Madrid, 1986.
- [RDW 1994] ROLSTON, DAVID W. : *"Principios de Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos"*.
McGraw-Hill, México, 1994.

- [C&S 1995] CINDY MASON Y STAN MATVIN : "*Environmental Applications of AI*".
Revista de IEEE Expert Intelligent Systems & their Applications,
Vol. 10, Num 6, p. 12 - 13, December 1995.
- [CBI 2002] CABALLERO BUSTAMANTE : "*Informativo Caballero Bustamante*".
Revista de Consulta Especializada N° 489 del Estudio Caballero
Bustamante, Lima-Perú, 2da quincena-Febrero 2002.
- [CBI 2001] CABALLERO BUSTAMANTE : "*Informativo Caballero Bustamante*".
Revista de Consulta Especializada N° 485 del Estudio Caballero
Bustamante, Lima-Perú, 2da quincena-Diciembre 2001.
- [EIS 1998] EQUIPO DE INVESTIGACIÓN DE ANÁLISIS TRIBUTARIO :
"*Suplemento Especial Impuesto Predial 1998*".
Boletín del Grupo AeLe, 1998.
- [EIA 1998] EQUIPO DE INVESTIGACIÓN DE ANÁLISIS TRIBUTARIO : "*Análisis
Tributario*".
Boletín del Grupo AeLe, 1998.
- [EIP 1995] EXPRESO : "*Impuesto Predial 1995*".
Boletín de Expreso, 1995.
- [MSS 2000] MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO DE SURCO : "*Memoria 1999*".
Boletín de la Municipalidad de Surco, 2000.
- [AIM 2001] ÁREA DE INFORMÁTICA DEL MUNICIPIO DE SURCO : "*Municipalidad
de Surco*".
Municipalidad de Santiago de Surco,
<http://www.munisurco.gob.pe>, 2001.
- [ARM 2001] ÁREA DE RENTAS DEL MUNICIPIO DE SURCO : "*Consultas a la
Oficina de Rentas*".
Municipalidad de Santiago de Surco, rentas@munisurco.gob.pe, 2001.
- [CBJ 2000] CRIADO BRIZ, JOSÉ MARIO : "*Sistemas Expertos*".
Word On Line, <http://home.worldonline.es/jmariocr/> , 2000.

- [DLJ 2001] DE IBARRETA LEÓN, JAVIER MARTÍNEZ : "*Sistemas Expertos: Áreas de Aplicación*".
De Ibarreta León, Javier Martínez,
<http://www.geocities.com/SiliconValley/Way/7788/SISEXP.HTM>, 2001.
- [FIU 2001] FACULTAD DE INFORMÁTICA DE LA UPM : "*Sistemas Expertos en Gestión*".
UPM, <http://www.sia.eui.upm.es/docent/seg.html>, 2000 - 2001.
- [GJL 2000] GONZÁLEZ, JOSÉ LUIS : "*Aplicación de los Sistemas Expertos en Agricultura*".
José Luis González,
<http://libros.netstoreusa.com/0820/8471/847114655X.shtml>, 2000.
- [GNM 2001] GUTIÉRREZ NARANJO, MIGUEL A. : "*Sistemas Expertos (Curso 2000-01)*".
Universidad de Sevilla, <http://www-cs.us.es/cursos/se/>, 2000 - 2001.
- [STA 2001] SÁNCHEZ TOMÁS, ANTONIO : "*Aplicación de los Sistemas Expertos en Contabilidad*".
Universidad de Valencia ,
<http://www.ciberconta.unizar.es/Biblioteca/0002/Sanchez95.html>, 2001.
- [SJC 2000] SCARABINO, JUAN C. : "*Sistemas Expertos: Aspectos Técnicos*".
Universidad Nacional del Rosario,
<http://www.ciberconta.unizar.es/LECCION/sistexpat/INICIO.HTML>, 2000.
- [SCC 2000] SERRANO CINCA , C. : "*Inteligencia Artificial*".
Universidad Nacional del Rosario,
<http://www.ciberconta.unizar.es/LECCION/IA/INICIO.HTML>, 2000.
- [UCB 2000] UCB : "*Sistemas Expertos*".
UCB, <http://ia.ucb.edu.bo/sistema.htm>, 2000.
- [UNA 2001] UNAV : "*Los Sistemas Expertos*".
UNAV, <http://www.unav.es/asignaturas/ia/tsld012.htm>, 2001.

****ESTA ES LA HOJA DE RESGUARDO, QUE IRA EN BLANCO****